

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2003 年 10 月 16 日 (16.10.2003)

PCT

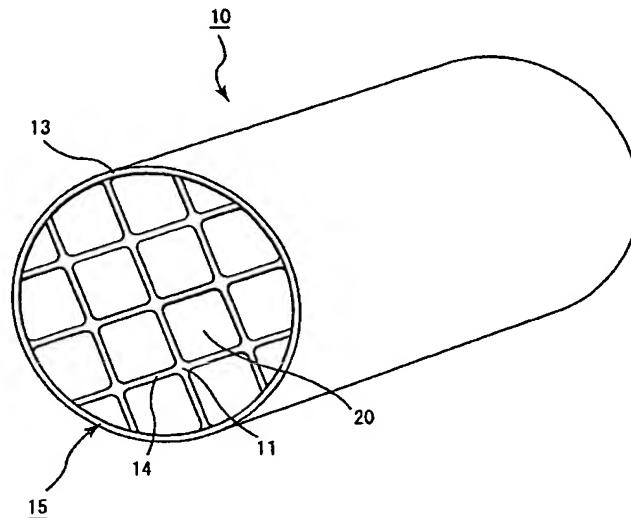
(10) 国際公開番号
WO 03/084640 A1

- (51) 国際特許分類⁷: B01D 39/20, 46/00, F01N 3/02 (72) 発明者; および
(21) 国際出願番号: PCT/JP03/04478 (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 山田 啓二 (YAMADA, Keiji) [JP/JP]; 〒501-0695 岐阜県 揖斐郡 揖斐川町北方 1-1 イビデン株式会社大垣北工場内 Gifu (JP).
(22) 国際出願日: 2003 年 4 月 9 日 (09.04.2003)
(25) 国際出願の言語: 日本語 (74) 代理人: 安富 康男 (YASUTOMI, Yasuo); 〒532-0011 大阪府 大阪市 淀川区西中島 5 丁目 4 番 20 号 中央ビル Osaka (JP).
(26) 国際公開の言語: 日本語
(30) 優先権データ: 特願2002-106777 2002 年 4 月 9 日 (09.04.2002) JP (81) 指定国 (国内): CN, JP, KR, US.
(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): イビデン株式会社 (IBIDEN CO., LTD.) [JP/JP]; 〒503-8004 岐阜県 大垣市 神田町 2 丁目 1 番地 Gifu (JP). (84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).

[続葉有]

(54) Title: HONEYCOMB FILTER FOR CLARIFICATION OF EXHAUST GAS

(54) 発明の名称: 排気ガス浄化用ハニカムフィルタ



WO 03/084640 A1

(57) Abstract: A honeycomb filter for clarification of an exhaust gas, wherein a plurality of porous ceramic members in a prism shape having a number of through holes provided side by side in the longitudinal direction with partition walls separating the holes are bound via sealing material layers to constitute a ceramic block, another sealing layer is formed around the perimeter of the ceramic block, and the above partition wall separating the through holes functions as a filter for capturing particles, characterized in that in the cross section perpendicular to the longitudinal direction of the porous ceramic member, a crossing portion of the sealing material layer has a maximum width L (mm) which is 1.5 to 3 times the minimum width l (mm) of the sealing material layer. The above honeycomb filter is free from the formation of cracks or the like in the application of a catalyst and during the use repeated or for a long period of time, and thus is excellent in durability.

(57) 要約: 本発明の目的は、触媒を付与するときや、排気ガス浄化装置において長期間繰り返し使用したときに、シール材層の交差部にクラック等が発生することのない耐久性に優れた排気ガス浄化用ハニカムフィルタを提供することである。

[続葉有]



添付公開書類：
— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

本発明は、多数の貫通孔が隔壁を隔てて長手方向に並設された角柱形状の多孔質セラミック部材がシール材層を介して複数個結束されてセラミックブロックが構成され、上記セラミックブロックの外周部にもシール材層が形成され、上記貫通孔を隔てる隔壁が粒子捕集用フィルタとして機能するように構成された排気ガス浄化用ハニカムフィルタであって、上記セラミックブロックの上記多孔質セラミック部材の長手方向に垂直な断面における、上記シール材層の交差部の最大幅 L (mm) が、上記シール材層の最小幅 l (mm) の1.5～3倍であることを特徴とする排気ガス浄化用ハニカムフィルタである。

明細書

排気ガス浄化用ハニカムフィルタ

関連出願の記載

- 5 本出願は、2002年4月9日に出願された日本国特許出願2002-106777号を基礎出願として優先権主張する出願である。

技術分野

- 10 本発明は、ディーゼルエンジン等の内燃機関から排出される排気ガス中のパティキュレート等を除去するフィルタとして用いられる排気ガス浄化用ハニカムフィルタに関する。

背景技術

- 15 バス、トラック等の車両や建設機械等の内燃機関から排出される排気ガス中に含有されるパティキュレートが環境や人体に害を及ぼすことが最近問題となっている。

この排気ガスを多孔質セラミックに通過させ、排気ガス中のパティキュレートを捕集して、排気ガスを浄化することができるセラミックフィルタが種々提案されている。

- 20 このようなセラミックフィルタとして、例えば、炭化珪素等からなり、多数の貫通孔が隔壁を隔てて長手方向に並設された柱状のハニカム部材が、シール材層を介して複数個結束されてなるハニカムフィルタが知られている（特開2001-96117号公報、特開2001-190916号公報参照）。

- 25 このような構成のハニカムフィルタは、極めて耐熱性に優れ、再生処理等も容易であるため、種々の大型車両やディーゼルエンジン搭載車両等に使用されている。

上述のハニカムフィルタが内燃機関の排気通路に設置されると、内燃機関より排出された排気ガス中のパティキュレートは、このハニカムフィルタを通過する

際に隔壁により捕捉され、排気ガスが浄化される。また、この排気ガスの浄化作用に伴い、ハニカムフィルタの貫通孔を隔てる隔壁部分には、次第にパティキュレートが堆積し、目詰まりを起こして通気を妨げるようになるので、ハニカムフィルタでは、定期的にヒータ等の加熱手段を用いて目詰まりの原因となっている

5 パティキュレートを燃焼除去して再生する再生処理を行う必要がある。

しかしながら、このような従来のハニカムフィルタを用いて排気ガスの浄化を長期間行くと、排気ガス流入側のハニカムフィルタの端面において、多孔質セラミック部材間に形成されたシール材層が、排気ガスによって風蝕されてしまうことがあった。特に、ハニカムフィルタの排気ガス流入側端面において、多孔質セラミック部材間に形成されたシール材層が交差している部分である交差部は、排

10 気ガスによる風蝕を集中的に受ける傾向があり、この交差部に大きな窪みが形成されてしまうことがあった。

このようにシール材層が風蝕され、特に、シール材層の交差部に大きな窪みが形成されたハニカムフィルタを用いて排気ガスの浄化を行うと、上記シール材層

15 の交差部の大きな窪みに大量のパティキュレートが堆積してしまう。

そして、このような状態のハニカムフィルタの再生処理を行うと、上記窪みに堆積したパティキュレートが燃焼することで、上記シール材層に局部的に大きな熱応力が作用し、上記シール材層にクラック等の致命的な欠陥が発生してしまい、ハニカムフィルタが破壊されてしまうことがあった。

20 また、特開 2001-206780 号公報には、角柱状のセラミック焼結体セグメントを一体化してなり、上記セグメント間のシール材層の幅を一定でなく、不均等にした角柱状のセラミック構造体が開示されている。

しかしながら、この角柱状のセラミック構造体を用いても、シール材層の交差部における風蝕を防止する効果は充分でなく、また、触媒や触媒担持膜を付与した場合には、シール材層のシール性や接着性が不十分となることがあった。

25

発明の要約

本発明は、これらの問題を解決するためになされたもので、触媒を付与すると

きや、排気ガス浄化装置において長期間繰り返し使用したときに、シール材層の交差部にクラック等が発生することのない耐久性に優れる排気ガス浄化用ハニカムフィルタを提供することを目的とするものである。

本発明の排気ガス浄化用ハニカムフィルタは、多数の貫通孔が隔壁を隔てて長手方向に並設された角柱形状の多孔質セラミック部材がシール材層を介して複数個結束されてセラミックブロックが構成され、上記セラミックブロックの外周部にもシール材層が形成され、上記貫通孔を隔てる隔壁が粒子捕集用フィルタとして機能するように構成された排気ガス浄化用ハニカムフィルタであって、

上記セラミックブロックの上記多孔質セラミック部材の長手方向に垂直な断面における、上記シール材層の交差部の最大幅 L (mm) が、上記シール材層の最小幅 l (mm) の $1.5 \sim 3$ 倍であることを特徴とするものである。

なお、本発明の排気ガス浄化用ハニカムフィルタにおいて、上記セラミックブロックの上記多孔質セラミック部材の長手方向に垂直な断面における、上記シール材層の交差部の最大幅 L が、上記シール材層の最小幅 l の $1.5 \sim 3$ 倍であるとは、各シール材層の交差部における最大幅 L を平均して、その平均値が、シール材層の最小幅 l の $1.5 \sim 3$ 倍であることを意味するが、全てのシール材層の交差部において、最大幅 L がシール材層の最小幅 l の $1.5 \sim 3$ 倍であることが望ましい。

また、本発明の排気ガス浄化用ハニカムフィルタは、長手方向の外周面が曲面を有する形状であることが望ましい。

また、本発明の排気ガス浄化用ハニカムフィルタには、触媒、触媒担持膜が付与されていることが望ましい。本発明の排気ガス浄化用ハニカムフィルタにおいて、触媒は、多孔質セラミック部材に付与されていてもよく、シール材層に付与されていてもよい。同様に、本発明の排気ガス浄化用ハニカムフィルタにおいて、触媒担持膜は、多孔質セラミック部材に付与されていてもよく、シール材層に付与されていてもよい。

図面の簡単な説明

図 1 は、本発明の排気ガス浄化用ハニカムフィルタの一例を模式的に示した斜視図である。

図 2 (a) は、図 1 に示したハニカムフィルタを構成する多孔質セラミック部材の一例を模式的に示した斜視図であり、図 2 (b) は、図 2 (a) に示した多孔質セラミック部材の A-A 線断面図である。

図 3 (a) は、図 1 及び図 2 に示した本発明のハニカムフィルタを構成するセラミックブロックの断面の一例を模式的に示した部分拡大断面図であり、図 3 (b) は、本発明のハニカムフィルタを構成するセラミックブロックの断面の別の一例を模式的に示した部分拡大断面図であり、図 3 (c) は、本発明のハニカムフィルタを構成するセラミックブロックの断面のさらに別の一例を模式的に示した部分拡大断面図である。

図 4 (a) は、本発明の排気ガス浄化用ハニカムフィルタの一例を模式的に示した部分拡大断面図であり、図 4 (b) は、本発明の排気ガス浄化用ハニカムフィルタの別の一例を模式的に示した部分拡大断面図であり、図 4 (c) は、本発明の排気ガス浄化用ハニカムフィルタのさらに別の一例を模式的に示した部分拡大断面図である。

図 5 は、本発明の排気ガス浄化用ハニカムフィルタを製造する様子を模式的に示した側面図である。

図 6 (a) は、従来のセラミックブロックの外周部にシール材層を有するハニカムフィルタの一例を模式的に示した部分拡大断面図であり、図 6 (b) は、従来のセラミックブロックの外周部にシール材層を有するハニカムフィルタの別の一例を模式的に示した部分拡大断面図であり、図 6 (c) は、従来のセラミックブロックの外周部にシール材層を有するハニカムフィルタのさらに別の一例を模式的に示した部分拡大断面図である。

図 7 は、実施例 1 ～ 15 及び比較例 1 ～ 6 に係るハニカムフィルタにおける、多孔質セラミック部材間に形成されたシール材層の交差部の最大幅 L の、上記シール材層の最小幅 l に対する倍率 (L/l) と、シール材層の交差部の風蝕の深さとの関係を示すグラフである。

図 8 は、実施例 16～30 及び比較例 7～12 に係るハニカムフィルタにおける、多孔質セラミック部材間に形成されたシール材層の交差部の最大幅 L の、上記シール材層の最小幅 l に対する倍率 (L/l) と、シール材層の交差部の風蝕の深さとの関係を示すグラフである。

- 5 図 9 は、比較例 13～19 に係るハニカムフィルタにおける、多孔質セラミック部材間に形成されたシール材層の交差部の最大幅 L の、上記シール材層の最小幅 l に対する倍率 (L/l) と、シール材層の交差部の風蝕の深さとの関係を示すグラフである。

- 10 図 10 は、試験例 1～21 に係るハニカムフィルタにおける、多孔質セラミック部材間に形成されたシール材層の交差部の最大幅 L の、上記シール材層の最小幅 l に対する倍率 (L/l) と、シール材層の交差部の風蝕の深さとの関係を示すグラフである。

符号の説明

- 15 10 ハニカムフィルタ
11 交差部
13 シール材層
14 シール材層
15 セラミックブロック
20 20 多孔質セラミック部材
21 貫通孔
22 充填材
23 隔壁

25 発明の詳細な開示

本発明は、多数の貫通孔が隔壁を隔てて長手方向に並設された角柱形状の多孔質セラミック部材がシール材層を介して複数個結束されてセラミックブロックが構成され、上記セラミックブロックの外周部にもシール材層が形成され、上記貫

通孔を隔てる隔壁が粒子捕集用フィルタとして機能するように構成された排気ガス浄化用ハニカムフィルタであって、

上記セラミックブロックの上記多孔質セラミック部材の長手方向に垂直な断面における、上記シール材層の交差部の最大幅 L (mm) が、上記シール材層の最小幅 l (mm) の $1.5 \sim 3$ 倍であることを特徴とする排気ガス浄化用ハニカムフィルタである。

図1は、本発明の排気ガス浄化用ハニカムフィルタ（以下、単に本発明のハニカムフィルタともいう）の一例を模式的に示した斜視図であり、図2（a）は、図1に示したハニカムフィルタを構成する多孔質セラミック部材の一例を模式的に示した斜視図であり、（b）は、（a）に示した多孔質セラミック部材のA-A線断面図である。

図1及び図2に示したように、本発明のハニカムフィルタの構造は、従来のハニカムフィルタと略同様のものを挙げることができる。

即ち、多孔質セラミック部材20がシール材層14を介して複数個結束されてセラミックブロック15を構成し、このセラミックブロック15の周囲にもシール材層13が形成されている。また、この多孔質セラミック部材20は、外周の角部に面取り（R面取り）が施されており、その長手方向に多数の貫通孔21が並設され、貫通孔21同士を隔てる隔壁23がフィルタとして機能するようになっている。

なお、多孔質セラミック部材20の外周の角部に形成された面取りについては、後述する。

即ち、図2（b）に示したように、多孔質セラミック部材20に形成された貫通孔21は、排気ガスの入り口側又は出口側の端部のいずれかが充填材22により目封じされ、一の貫通孔21に流入した排気ガスは、必ず貫通孔21を隔てる隔壁23を通過した後、他の貫通孔23から流出されるようになっている。

シール材層13は、ハニカムフィルタ10を内燃機関の排気通路に設置した際、セラミックブロック15の外周部から排気ガスが漏れ出すことを防止する目的で設けられているものである。また、本発明者らは、シール材層13をセラミック

ブロックの外周部に形成することにより、ハニカムフィルタの強度等を向上することができるとともに、シール材層 1 3 を形成しない場合に比べ、シール材層の交差部の風蝕を低減することができることを見い出した。これは、セラミックブロックの外周部にシール材層 1 3 が形成されると、ハニカムフィルタ全体に内側
5 への圧縮力が加わり、シール材層の交差部が硬く圧縮されて強固になるため、風蝕、クラックに対する耐久性が向上し、振動にも強くなるためであると推定される。

従って、本発明のハニカムフィルタは、シール材層をセラミックブロックの外周部に形成した場合において、シール材層の交差部の風蝕をより低減するために、
10 シール材層の形成条件を最適化したものである。

本発明のハニカムフィルタは、セラミックブロックの多孔質セラミック部材の長手方向に垂直な断面（以下、単にセラミックブロックの断面ともいう）における、シール材層の交差部の最大幅 L (mm) が、上記シール材層の最小幅 l (mm) の 1.5 ～ 3 倍である。

15 なお、本発明のハニカムフィルタにおいて、上記「シール材層の交差部」とは、本発明のハニカムフィルタのセラミックブロックの断面において、シール材層が、隣り合う多孔質セラミック部材の互いに平行になっている外周によって挟まれている領域以外の領域のことをいう。

上記シール材層の交差部の最大幅 L が、上記シール材層の最小幅 l の 1.5 倍
20 未満であると、排気ガスが過度に上記交差部に集中し、大きな熱応力が作用しやすくなるため、上記交差部に大きな窪みが生じる。このようなハニカムフィルタを長期間使用すると、この大きな窪みにパーティキュレートが大量に堆積し、ハニカムフィルタの再生処理において大きな熱応力が作用してシール材層にクラックが発生する。

25 また、上記シール材層は、完全な緻密体ではなく、その内部に排気ガスが流入するものであり、上記シール材層の交差部の最大幅 L が、上記シール材層の最小幅 l の 3 倍を超えると、ハニカムフィルタの使用中に、上記交差部に流入する排気ガスの量が多くなるため、上記交差部に大きな熱応力が作用し、大きな窪みが

生じるとともに、クラックが発生しやすくなる。また、上記シール材層の交差部の最大幅 L が、上記シール材層の最小幅 l の3倍を超えるようなハニカムフィルタでは、その端面における排気ガスの浄化が可能な面積が減少してしまい、排気ガスの浄化効率が劣るものとなる。

- 5 そこで、本発明のハニカムフィルタは、上記シール材層の交差部の最大幅 L を、上記シール材層の最小幅 l の1.5～3倍にすることにより、セラミックブロックの外周部にシール材層が形成されていても、上記シール材層の交差部に大きな熱応力が作用することを防止し、風蝕による大きな窪みが生じることを防止したものである。
- 10 また、本発明のハニカムフィルタの形状は、図1に示したような円柱状に限定されることはなく、例えば、楕円柱状や角柱状等の任意の形状を挙げることができる。なかでも、円柱状、楕円柱状等の長手方向の外周面が曲面を有する形状であることが特に好ましい。通常、排気ガス浄化用ハニカムフィルタが設置される内燃機関の排気通路は、フィルタの直前で円錐状（テーパ状）に広がった形状
- 15 をしているため、排気ガスは、フィルタに対して全て平行に流れ込まずに、フィルタの直前の空間で様々な流れを生じてフィルタに流入することになる。このとき、本発明のハニカムフィルタの形状が角柱形状でなく、長手方向の外周面が曲面を有するものであれば、排気ガスの流れは、フィルタの断面方向に渦をまき易くなり、排気ガスをフィルタに対して螺旋状に流入させ易くなるので、パーティキュレート
- 20 を均一捕集しやすくなり、かつ、風蝕を交差部に集中させることなく、全体的に均一にして低減することができると考えられる。また、本発明のハニカムフィルタのシール材層に触媒や触媒担持膜を付与する場合には、後述するように、シール材層が不均一になりやすくシール性や接着性が悪くなることがあるが、長手方向の外周面が曲面を有するフィルタにすれば、角柱状のフィルタに比べ、
- 25 均一に乾燥することができるので、シール材層が不均一になることを防止することができる。

図6（a）は、従来のセラミックブロックの外周部にシール材層を有するハニカムフィルタの一例を模式的に示した部分拡大断面図であり、図6（b）は、従

来のセラミックブロックの外周部にシール材層を有するハニカムフィルタの別の一例を模式的に示した部分拡大断面図であり、図6(c)は、従来のセラミックブロックの外周部にシール材層を有するハニカムフィルタのさらに別の一例を模式的に示した部分拡大断面図である。

- 5 図6に示したように、従来のセラミックブロックの外周部にシール材層を有するハニカムフィルタにおいては、交差部61(図6(a))、交差部610(図6(b))は、セラミックブロックの断面において正方形であり、これらのハニカムフィルタにおける交差部61及び610の最大幅 L' は、常にシール材層の最小幅 l' の $2^{1/2}$ 倍となり、また、交差部611(図6(c))は、セラミック
- 10 クブロックの断面において正三角形であり、このハニカムフィルタにおける交差部611の最大幅 L' は、常にシール材層の最小幅 l' の1倍となる。

- 即ち、図6に示した従来のセラミックブロックの外周部にシール材層を有するハニカムフィルタにおける交差部61、610及び611は、いずれも、シール材層の交差部の最大幅 L' が、シール材層の最小幅 l' の1.5倍未満となり、
- 15 上述した本発明のハニカムフィルタにおけるシール材層の交差部の最大幅 L と、シール材層の最小幅 l との関係を満たさないこととなる。

- そこで、本発明では、ハニカムフィルタを構成する多孔質セラミック部材の長手方向の断面が、従来のセラミックブロックの外周部にシール材層を有するハニカムフィルタのように正方形、長方形又は正六角形のような形状である場合、図
- 20 3(a)～(c)に示したように、多孔質セラミック部材の外周の角部に面取りを施し、シール材層の交差部の最大幅 L が、シール材層の最小幅 l の1.5～3倍となるようにしている。

- 図3(a)は、図1及び図2に示した本発明のハニカムフィルタ10を構成するセラミックブロック15の断面の一例を模式的に示した部分拡大断面図であり、
- 25 (b)は、本発明のハニカムフィルタを構成するセラミックブロックの断面の別の一例を模式的に示した部分拡大断面図であり、(c)は、本発明のハニカムフィルタを構成するセラミックブロックの断面のさらに別の一例を模式的に示した部分拡大断面図である。

なお、以下の図3 (a) ~ (c) の説明では、多孔質セラミック部材の長手方向に垂直な断面において、多孔質セラミック部材の外周に相当する部分のことを、単に外周といい、また、多孔質セラミック部材の長手方向に垂直な断面において、多孔質セラミック部材の外周の角部に形成されたR面 (C面) に相当する部分の

5 ことを、単にR面 (C面) ということとする。

また、図3 (a) ~ (c) において、多孔質セラミック部材に形成された貫通孔や隔壁等は省略している。

図3 (a) に示した本発明のハニカムフィルタ10では、多孔質セラミック部材20の長手方向に垂直な断面形状が、その外周の角部にR面取りが施された略

10 正方形又は長方形で、交差部11は、シール材層14が隣り合う四つの多孔質セラミック部材20の互いに平行になっている外周によって挟まれた領域以外の領域、即ち、シール材層14が、左右方向及び上下方向に隣り合う二つの多孔質セラミック部材20の外周の角部に形成されたR面のうち、近い方のR面の端部同士を結んだ線によって区切られた領域となる。

15 従って、このような交差部11の最大幅 L_1 (mm) は、図3 (a) に示したように、斜めに隣り合う多孔質セラミック部材20の対面するR面の遠い方の端部間の距離となり、具体的には、シール材層14の最小幅を l_1 (mm)、面取りの大きさを R_1 (mm) とすると、下記の数式1により求めることができる。

数1

20

$$L_1 = \sqrt{(l_1 + 2 \times R_1)^2 + l_1^2} \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad (1)$$

また、図3 (b) に示した本発明のハニカムフィルタでは、多孔質セラミック部材200の長手方向に垂直な断面形状が、その外周の角部にC面取りが施された略正方形又は長方形であり、交差部110は、シール材層140が隣り合う四つの多孔質セラミック部材200の互いに平行になっている外周によって挟まれた領域以外の領域、即ち、シール材層140が、左右方向及び上下方向に隣り合う二つの多孔質セラミック部材200の外周の角部に形成されたC面のうち、近

25

い方のC面の端部同士を結んだ線によって区切られた領域となる。

従って、このような交差部110の最大幅 L_2 (mm)は、図3 (b)に示したように、斜めに隣り合う多孔質セラミック部材200の対面するC面の遠い方の端部間の距離となり、具体的には、シール材層140の最小幅を l_2 (mm)、

5 面取りの大きさをC (mm) とすると、下記の数式2により求めることができる。

数2

$$L_2 = \sqrt{(l_2 + 2 \times C)^2 + l_2^2} \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad (2)$$

10 さらに、図3 (c)に示した本発明のハニカムフィルタでは、多孔質セラミック部材201の長手方向に垂直な断面形状が、その外周の角部にR面取りが施された略正六角形であり、交差部111は、シール材層141が隣り合う3つの多孔質セラミック部材201の互いに平行になっている外周によって挟まれた領域以外の領域、即ち、シール材層141が、隣り合う二つの多孔質セラミック部材

15 201の外周に形成されたR面のうち、近い方のR面の端部同士を結んだ線によって区切られた領域となる。

従って、このような交差部111の最大幅 L_3 (mm)は、図3 (c)に示したように、隣り合う多孔質セラミック部材200のR面の遠い方の端部間の距離となり、具体的には、シール材層141の最小幅を l_3 (mm)、面取りの大きさを R_2 (mm) とすると、下記の数式3により求めることができる。

20

数3

$$L_3 = l_3 + R_2 \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad (3)$$

25 このような図3 (a) ~ (c)に示した本発明のハニカムフィルタにおいて、交差部11、110及び111の最大幅 L ($L_1 \sim L_3$)は、いずれも、シール材層14、140及び141の最小幅 l ($l_1 \sim l_3$)の1.5 ~ 3倍となるように、面取りの大きさ R_1 、C及び R_2 が調整されている。

例えば、図 3 (a) に示したハニカムフィルタにおいて、上記 l_1 が 1.0 mm であると、上記数式 (1) より、面取りの大きさ R_1 を 0.059 ~ 0.91 mm に調整することで、上記 L_1 を 1.5 ~ 3.0 mm にすることができる。

また、図 3 (b) に示したハニカムフィルタにおいて、例えば、上記 l_2 が 1.0 mm であると、上記数式 (2) より、面取りの大きさ C を 0.059 ~ 0.91 mm に調整することで、上記 L_2 を 1.5 ~ 3.0 mm にすることができる。

さらに、図 3 (c) に示したハニカムフィルタにおいて、例えば、上記 l_3 が 1.0 mm であると、上記数式 (3) より、面取りの大きさ R_2 を 0.5 ~ 2.0 mm に調整することで、上記 L_3 を 1.5 ~ 3.0 mm にすることができる。

10 また、本発明のハニカムフィルタにおいて、多孔質セラミック部材の長手方向に垂直な断面形状が、その外周の角部に面取りが施された正方形や長方形である場合、上記多孔質セラミック部材は、図 3 (a) 又は (b) に示したように、上下方向及び左右方向に均等に整列して結束されている必要はなく、上下方向又は左右方向にずれた状態で結束されていてもよい。

15 図 4 (a) は、多孔質セラミック部材が左右方向にずらした状態で結束されたハニカムフィルタを構成するセラミックブロックの断面の一例を模式的に示した部分拡大断面図である。

なお、以下の図 4 (a) の説明では、多孔質セラミック部材の長手方向に垂直な断面において、多孔質セラミック部材の外周に相当する部分のことを、単に外周といい、また、多孔質セラミック部材の長手方向に垂直な断面において、多孔質セラミック部材の外周の角部に形成された R 面に相当する部分のことを、単に R 面ということとする。

また、図 4 (a) において、多孔質セラミック部材に形成された貫通孔や隔壁等は省略している。

25 図 4 (a) に示した本発明のハニカムフィルタでは、多孔質セラミック部材 202 の長手方向に垂直な断面形状が、その外周の角部に R 面取りが施された略正方形又は長方形であり、交差部 112 は、シール材層 142 が隣り合う三つの多孔質セラミック部材 202 の互いに平行になっている外周によって挟まれた領域

以外の領域、即ち、シール材層 142 が、左右方向に隣り合う二つの多孔質セラミック部材 202 の外周に形成された R 面のうち、近い方の R 面の端部同士を結んだ線と、上記 R 面の遠い方の端部から隣り合うもう一つの多孔質セラミック部材 202 の外周に向かって下ろした二つの垂線とによって区切られた領域となる。

- 5 従って、このような交差部 112 の最大幅 L_4 (mm) は、図 4 (a) に示したように、一方の垂線の起点となる多孔質セラミック部材 202 の R 面の端部から、他方の垂線と多孔質セラミック部材 202 の外周とが接触する点までの距離となり、具体的には、シール材層 142 の最小幅を l_4 (mm)、面取りの大きさを R_3 (mm) とすると、下記数式 4 により求めることができる。

10 数 4

$$L_4 = \sqrt{(l_4 + 2 \times R_3)^2 + l_4^2} \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad (4)$$

- このような図 4 (a) に示した本発明のハニカムフィルタにおいて、交差部 112 の最大幅 L_4 は、シール材層 142 の最小幅 l_4 の 1.5 ~ 3 倍となるように、面取りの大きさ R_3 が調整されている。

具体的には、例えば、上記 l_4 が 1.0 mm であると、上記数式 (4) より、面取りの大きさ R_3 を 0.059 ~ 0.91 mm に調整することで、上記 L_4 を 1.5 ~ 3.0 mm にすることができる。

- 20 また、本発明のハニカムフィルタにおいて、多孔質セラミック部材の長手方向の断面形状は、図 4 (b)、(c) に示したように、菱形や三角形であってもよい。

- 図 4 (b) は、本発明のハニカムフィルタを構成するセラミックブロックの断面の一例を模式的に示した部分拡大断面図であり、(c) は、本発明のハニカム
25 フィルタを構成するセラミックブロックの断面の別の一例を模式的に示した部分拡大断面図である。

なお、以下の図 4 (b)、(c) の説明では、多孔質セラミック部材の長手方向に垂直な断面において、多孔質セラミック部材の外周に相当する部分のことを、

単に外周ということとする。

また、図 4 (b)、(c) において、多孔質セラミック部材に形成された貫通孔や隔壁等は省略している。

図 4 (b) に示した本発明のハニカムフィルタでは、その長手方向に垂直な断面形状が菱形である多孔質セラミック部材 203 がシール材層 143 を介して複数個結束されており、交差部 113 は、シール材層 143 が隣り合う四つの多孔質セラミック部材 203 の互いに平行になっている外周によって挟まれた領域以外の領域、即ち、シール材層 143 が、隣り合う四つの多孔質セラミック部材 203 の外周の角部同士を結んだ線によって区切られた菱形の領域となる。

従って、このような交差部 113 の最大幅 L_5 (mm) は、図 4 (b) に示したように、菱形の交差部 113 の長い方の対角線となり、具体的には、シール材層 143 の最小幅を l_5 (mm)、多孔質セラミック部材 203 の長手方向に垂直な断面において、鋭角な頂点の角度を α とすると、下記の数式 5 により求めることができる。

数 5

$$L_5 = \frac{l_5}{\sin \alpha} \sqrt{2(1 + \cos \alpha)} \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad (5)$$

このような図 4 (b) に示したハニカムフィルタにおいて、多孔質セラミック部材 203 の長手方向に垂直な断面における鋭角な頂点の角度 α を調整することで、交差部 113 の最大幅 L_5 を、シール材層 143 の最小幅 l_5 の 1.5 ～ 3 倍とすることができる。

具体的には、例えば、シール材層 143 の最小幅 l_5 が 1.0 mm であると、上記数式 (5) を変形して得られる $\cos \alpha = 1 - 2l_5^2 / L_5^2$ より、多孔質セラミック部材 203 の鋭角な頂点の角度 α を 38.9 ～ 83.6° に調整することで、交差部 113 の最大幅 L_5 を 1.5 ～ 3.0 mm にすることができる。

なお、図 4 (b) に示したハニカムフィルタにおいて、多孔質セラミック部材 203 の外周の角部は、R 面取りや C 面取り等の面取りが施されていること

は必須要件ではないが、多孔質セラミック部材 203 の外周の角部が尖っていると、この部分に熱応力が集中的に作用し、クラックが発生しやすくなるため面取りが施されていることが望ましい。

また、図 4 (c) に示した本発明のハニカムフィルタでは、その長手方向に垂直な断面が三角形である多孔質セラミック部材 204 がシール材層 144 を介して複数個結束されており、交差部 114 は、シール材層 144 が隣り合う六つの多孔質セラミック部材 204 の互いに平行になっている外周によって挟まれた領域以外の領域、即ち、シール材層 144 が、隣り合う六つの多孔質セラミック部材 204 の外周の角部同士を結んだ線によって区切られた正六角形の領域となる。

従って、このような交差部 114 の最大幅 L_6 (mm) は、図 4 (c) に示したように、交差部 114 を介して斜めに対面する多孔質セラミック部材 204 の角部の距離となり、具体的には、シール材層 144 の最小幅を l_6 (mm) とすると、下記の数式 6 により求めることができる。

数 6

$$L_6 = 2 \times l_6 \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad (6)$$

このような図 4 (c) に示したハニカムフィルタにおいて、交差部 114 の最大幅 L_6 は、常にシール材層 144 の最小幅 l_6 の 2 倍となる。

具体的には、例えば、シール材層 144 の最小幅 l_6 が 1.0 mm であると、上記数式 (6) より上記 L_6 は 2.0 mm となる。

なお、図 4 (c) に示したハニカムフィルタにおいて、多孔質セラミック部材 204 の外周の角部は、R 面取りや C 面取り等の面取りが施されていることは必須要件ではないが、多孔質セラミック部材 204 の外周の角部が尖っていると、この部分に熱応力が集中的に作用し、クラックが発生しやすくなるため面取りが施されていることが望ましい。

このように、本発明のハニカムフィルタにおいて、多孔質セラミック部材の外周の角部に面取りを施すことは必須要件ではなく、上記多孔質セラミック部材の

長手方向に垂直な断面の形状によっては、その外周の角部に面取りを施す必要はない。

ここで、特開 2001-96117 号公報においては、ハニカムフィルタの外周面における角部に 0.3~2.5mm のアール面を形成するセラミックフィルタ集合体が開示されている。

また、特開 2001-190916 号公報においては、ハニカムセグメント断面形状の角部が曲率半径 0.3mm 以上で丸められているか、または、0.5mm 以上の面取りがされているハニカム構造体が開示されている。

これらの公報に記載されているセラミックフィルタ集合体やハニカム構造体は、ハニカムフィルタやハニカムセグメントの外周の角部を丸くすることや、面取りを施すということについては、上述した本発明のハニカムフィルタと一部共通しているものの、これらの公報には、外周部にシール材層を形成することが記載されておらず、また、ハニカムフィルタを構成するセラミックブロックの断面における、シール材層の交差部の最大幅 L と、該シール材層の最小の幅 l との関係を規定する記載も全くされていない。

即ち、上記文献に記載の発明と、本発明のハニカムフィルタとは、その構成が異なるものであり、これらの文献により本発明のハニカムフィルタの新規性又は進歩性が何ら阻害されるものではない。

本発明のハニカムフィルタにおいて、セラミックブロックの断面におけるシール材層の交差部の最大幅 L (mm) としては、特に限定されないが、0.2~9mm 程度であることが望ましい。0.2mm 未満であると、シール材層の厚さが非常に薄くなり、多孔質セラミック部材同士を好適に結束させることができないことがあり、一方、9mm を超えると、シール材層が非常に厚くなり、ハニカムフィルタの濾過可能面積を十分に確保するためには、ハニカムフィルタを非常に大きくする必要がある。

本発明のハニカムフィルタにおいて、多孔質セラミック部材の材料としては特に限定されず、例えば、窒化アルミニウム、窒化ケイ素、窒化ホウ素、窒化チタン等の窒化物セラミック、炭化珪素、炭化ジルコニウム、炭化チタン、炭化タン

タル、炭化タングステン等の炭化物セラミック、アルミナ、ジルコニア、コージュライト、ムライト等の酸化物セラミック等を挙げることができるが、これらのなかでは、耐熱性が大きく、機械的特性に優れ、かつ、熱伝導率も大きい炭化珪素が望ましい。なお、上述したセラミックに金属珪素を配合した珪素含有セラミック、珪素や珪酸塩化合物で結合されたセラミックも用いることができる。

また、多孔質セラミック部材の気孔率は特に限定されないが、40～80%程度であることが望ましい。気孔率が40%未満であると、本発明のハニカムフィルタがすぐに目詰まりを起こすことがあり、一方、気孔率が80%を超えると、多孔質セラミック部材の強度が低下して容易に破壊されることがある。

10 なお、上記気孔率は、例えば、水銀圧入法、アルキメデス法及び走査型電子顕微鏡（SEM）による測定等、従来公知の方法により測定することができる。

また、上記多孔質セラミック部材の平均気孔径は5～100 μ mであることが望ましい。平均気孔径が5 μ m未満であると、パーティキュレートが容易に目詰まりを起こすことがある。一方、平均気孔径が100 μ mを超えると、パーティキュレートが気孔を通り抜けてしまい、該パーティキュレートを捕集することができず、
15 フィルタとして機能することができないことがある。

このような多孔質セラミック部材を製造する際に使用するセラミックの粒径としては特に限定されないが、後の焼成工程で収縮が少ないものが望ましく、例えば、0.3～50 μ m程度の平均粒径を有する粉末100重量部と、0.1～1.0 μ m程度の平均粒径を有する粉末5～65重量部とを組み合わせたものが望ましい。上記粒径のセラミック粉末を上記配合で混合することで、多孔質セラミック部材を製造することができるからである。

本発明のハニカムフィルタでは、このような多孔質セラミック部材がシール材層を介して複数個結束されてセラミックブロックが構成されており、このセラミックブロックの外周にもシール材層が形成されている。
25

即ち、本発明のハニカムフィルタにおいて、シール材層は、多孔質セラミック部材間、及び、セラミックブロックの外周に形成されており、上記多孔質セラミック部材間に形成されたシール材層は、複数の多孔質セラミック部材同士を結束

する接着剤層として機能し、一方、上記セラミックブロックの外周に形成されたシール材層は、本発明のハニカムフィルタを内燃機関の排気通路に設置した際、セラミックブロックの外周から排気ガスが漏れ出すことを防止するための封止材として機能する。

- 5 上記シール材層を構成する材料としては特に限定されず、例えば、無機バインダー、有機バインダー、無機繊維及び無機粒子からなるもの等を挙げることができる。

- なお、上述した通り、本発明のハニカムフィルタにおいて、シール材層は、多孔質セラミック部材間、及び、セラミックブロックの外周に形成されているが、
10 これらのシール材層は、同じ材料からなるものであってもよく、異なる材料からなるものであってもよい。さらに、上記シール材層が同じ材料からなるものである場合、その材料の配合比は同じものであってもよく、異なるものであってもよい。

- 上記無機バインダーとしては、例えば、シリカゾル、アルミナゾル等を挙げること
15 ができる。これらは、単独で用いてもよく、2種以上を併用してもよい。上記無機バインダーのなかでは、シリカゾルが望ましい。

- 上記有機バインダーとしては、例えば、ポリビニルアルコール、メチルセルロース、エチルセルロース、カルボキシメチルセルロース等を挙げることができる。
20 これらは、単独で用いてもよく、2種以上を併用してもよい。上記有機バインダーのなかでは、カルボキシメチルセルロースが望ましい。

 上記無機繊維としては、例えば、シリカーアルミナ、ムライト、アルミナ、シリカ等のセラミックファイバー等を挙げることができる。これらは、単独で用いてもよく、2種以上を併用してもよい。上記無機繊維のなかでは、シリカーアルミナファイバーが望ましい。

- 25 上記無機粒子としては、例えば、炭化物、窒化物等を挙げることができ、具体的には、炭化珪素、窒化珪素、窒化硼素等からなる無機粉末又はウィスカー等を挙げることができる。これらは、単独で用いてもよく、2種以上を併用してもよい。上記無機粒子のなかでは、熱伝導性に優れる炭化珪素が望ましい。

また、本発明のハニカムフィルタには、触媒が付与されていることが望ましい。触媒が担持されていることで、本発明のハニカムフィルタは、排気ガス中のパーティキュレートを捕集するフィルタとして機能するとともに、排気ガスに含有される上記CO、HC及びNO_x等を浄化するための触媒担持体として機能することができる。

上記触媒としては、排気ガス中のCO、HC及びNO_x等を浄化することができる触媒であれば特に限定されず、例えば、白金、パラジウム、ロジウム等の貴金属等を挙げることができる。また、貴金属に加えて、アルカリ金属（元素周期表1族）、アルカリ土類金属（元素周期表2族）、希土類元素（元素周期表3族）、遷移金属元素が加わることもある。

また、本発明のハニカムフィルタに上記触媒を付与する際には、予めその表面に触媒担持膜を形成した後に、上記触媒を付与することが好ましい。これにより、比表面積を大きくして、触媒の分散度を高め、触媒の反応部位を増やすことができる。また、触媒担持膜によって触媒金属のシンタリングを防止することができるので、触媒の耐熱性も向上する。加えて、圧力損失を下げることを可能にする。

上記触媒担持膜としては高比表面積を有するものであれば特に限定されず、例えば、アルミナ、ジルコニア、チタニア、シリカ等から構成される膜を挙げることができる。

なお、上記触媒は、多孔質セラミック部材に付与されていてもよく、シール材層に付与されていてもよい。同様に、上記触媒担持膜は、多孔質セラミック部材に付与されていてもよく、シール材層に付与されていてもよい。すなわち、上記触媒、及び、上記触媒担持膜は、本発明のハニカムフィルタ全体に付与されていてもよく、本発明のハニカムフィルタ全体に付与されていなくてもよい。

本発明のハニカムフィルタに上記触媒、及び、上記触媒担持膜を付与する方法としては特に限定されず、例えば、スラリー状溶液（分散液）に浸漬して乾燥させる方法又はゾルゲル法等により多孔質セラミック部材に触媒や触媒担持膜を付与した後、該多孔質セラミック部材を用いてセラミックブロックを作製する方法

や、スラリー状溶液に浸漬して乾燥させる方法又はゾルゲル法等によりセラミックブロックに触媒や触媒担持膜を付与する方法等を挙げることができる。前者の方法では、シール材層に触媒や触媒担持膜が付与されず、一方、後者の方法では、シール材層に触媒や触媒担持膜が付与されることとなる。

- 5 上記スラリー状溶液としては、触媒や触媒担持膜を構成する材料、又は、その原料を含有するものであれば特に限定されず、例えば、アルミナからなる触媒担持膜を形成する場合には、 γ - Al_2O_3 粉末を溶媒に分散させた分散液等が用いられる。

- 10 なお、セラミックブロックに触媒や触媒担持膜を付与する方法を用いて角柱状の本発明のハニカムフィルタを製造すると、シール材層が不均一になりやすくシール性や接着性が悪くなることがある。これは、セラミックブロックが組成の異なる多孔質セラミック部材とシール材層とから構成され、多孔質セラミック部材とシール材層とで溶媒の吸収率等が異なるため、スラリー状溶液に浸漬して乾燥させる方法又はゾルゲル法等における乾燥工程において、角部におけるシール材層の多孔質セラミック部材に接触する部分（表層部）が急激に乾燥し、角部におけるシール材層の多孔質セラミック部材に接触しない部分（内層部）から急激に溶媒が奪い取られる結果、角部においてシール材層の内層部に鬆（す）が生じ、シール材層の密度分布にばらつきが生じやすくなるためと推定される。

- 20 上記触媒が担持された本発明のハニカムフィルタは、従来公知の触媒付DPF（ディーゼル・パティキュレート・フィルタ）と同様のガス浄化装置として機能するものである。従って、ここでは、本発明のハニカムフィルタが触媒担持体としても機能する場合の詳しい説明を省略する。

- 25 上述した通り、本発明のハニカムフィルタは、セラミックブロックの多孔質セラミック部材の長手方向に垂直な断面における、シール材層の交差部の最大幅L（mm）が、上記シール材層の最小幅l（mm）の1.5～3倍の関係を有するものである。

従って、本発明のハニカムフィルタは、使用中に上記シール材層の交差部が排気ガスによって集中的に風蝕を受けることがなく、また、上記交差部に流入する

排気ガスの量も少なくなるため、長期間繰り返し使用した場合であっても、上記シール材層の交差部に大きな窪みが形成されたり、該交差部に流入する排気ガス等に起因する熱応力によりクラックが発生したりすることがなく、耐久性に優れたものとなる。

- 5 次に、上述した本発明のハニカムフィルタの製造方法の一例について説明する。なお、以下の説明では、本発明のハニカムフィルタを構成する多孔質セラミック部材の長手方向の断面形状を、図3（a）に示したような、その外周の角部にR面取りが施された略正方形のものとする。従って、以下の説明では適宜図1、図2及び図3（a）を参照しながら説明する。

- 10 本発明のハニカムフィルタを製造するには、まず、セラミックブロック15となるセラミック積層体を作製する。

このセラミック積層体は、多数の貫通孔が隔壁を隔てて長手方向に並設され、その外周が面取りされた柱状の多孔質セラミック部材20が、シール材層14を介して複数個結束された略角柱構造である。

- 15 多孔質セラミック部材20を製造するには、まず、上述したようなセラミック粉末にバインダー及び分散媒液を加えて混合組成物を調製する。

上記バインダーとしては特に限定されず、例えば、メチルセルロース、カルボキシメチルセルロース、ヒドロキシエチルセルロース、ポリエチレングリコール、フェノール樹脂、エポキシ樹脂等を挙げることができる。

- 20 上記バインダーの配合量は、通常、セラミック粉末100重量部に対して、1～10重量部程度が望ましい。

上記分散媒液としては特に限定されず、例えば、ベンゼン等の有機溶媒；メタノール等のアルコール、水等を挙げることができる。

- 25 上記分散媒液は、混合組成物の粘度が一定範囲内となるように、適量配合される。

これらセラミック粉末、バインダー及び分散媒液は、アトライター等で混合した後、ニーダー等で十分に混練し、押出成形法等により、角柱形状の生成形体を作製する。

次に、上記生成形体を、マイクロ波乾燥機等を用いて乾燥させてセラミック乾燥体とした後、上記セラミック乾燥体の外周に面取り（R面取り）を施す。

上記面取りの大きさとしては、特に限定されず、製造後のハニカムフィルタの断面において、多孔質セラミック部材間に形成されたシール材層の交差部の最大幅L（mm）が、上記シール材層の最小幅l（mm）の1.5～3倍となるように適宜調整する。なお、上記セラミック乾燥体の外周に面取り処理を施す代わりに、上記生成形体を押出し成形する際に、予め、その外周が面取りされた状態となるように上記生成形体を作製してもよく、また、後述する脱脂、焼成工程を行って焼結体を製造した後、該焼結体の外周の角部に面取りを施してもよい。

- 10 次に、上記面取りが施されたセラミック乾燥体の所定の貫通孔に封口材を充填する封口処理を施し、再度、マイクロ波乾燥機等で乾燥処理を施す。

上記封口材としては特に限定されず、例えば、上記混合組成物と同様のものを挙げることができる。

- 15 次に、上記封口処理を経た生成形体を、酸素含有雰囲気下、400～650℃程度に加熱することで脱脂し、バインダー等を揮散させるとともに、分解、消失させ、略セラミック粉末のみを残留させる。

次に、上記脱脂処理を施した後、窒素、アルゴン等の不活性ガス雰囲気下、1400～2200℃程度に加熱することで焼成し、多孔質セラミック部材20を製造する。

- 20 次に、図5に示したように、セラミック積層体を作製する。

- 即ち、まず、多孔質セラミック部材20が斜めに傾斜した状態で積み上げることができるように、断面V字形状に構成された台30の上に、多孔質セラミック部材20を傾斜した状態で載置した後、上側を向いた2つの側面20a、20bに、シール材層14となるシール材ペーストを均一な厚さで塗布してシール材ペースト層31を形成し、このシール材ペースト層31の上に、順次他の多孔質セラミック部材20を積層する工程を繰り返し、所定の大きさの角柱状のセラミック積層体を作製する。この際、セラミック積層体の4隅にあたる多孔質セラミック部材20には、四角柱形状の多孔質セラミック部材を2つに切断して作製した
- 25

三角柱状の多孔質セラミック部材 20c と、三角柱状の多孔質セラミック部材 20c と同じ形状の樹脂部材 32 とを易剥離性の両面テープ等で貼り合わせてなるものを使用し、多孔質セラミック部材 20 の積層が完了した後に、セラミック積層体の 4 隅を構成する樹脂部材 32 を全て取り除くことによって、セラミック積層体を断面多角柱状にしてもよい。これにより、セラミック積層体の外周部を切削加工してセラミックブロックを作製した後に廃棄されることとなる多孔質セラミック部材からなる廃棄物の量を減らすことができる。

上記図 5 に示した方法以外であっても、断面多角柱状のセラミック積層体を作製する方法としては、作製するハニカムフィルタの形状に合わせて、例えば、4 隅の多孔質セラミック部材を省略する方法、三角柱状の多孔質セラミック部材を組み合わせる方法等を用いることができる。また、もちろん四角柱状のセラミック積層体を作製してもよい。

そして、このセラミック積層体を 50～100℃、1 時間程度の条件で加熱して上記シール材ペースト層を乾燥、固化させてシール材層 14 とし、その後、ダイヤモンドカッター等を用いて上記セラミック積層体の外周部を切削することで、円柱状のセラミックブロック 15 を作製する。

シール材層 14 を構成する材料としては特に限定されず、例えば、上述したような無機バインダー、有機バインダー、無機繊維及び無機粒子を含む接着剤ペーストを使用することができる。

また、上記シール材ペースト中には、少量の水分や溶剤等を含んでいてもよいが、このような水分や溶剤等は、通常、シール材ペーストを塗布した後の加熱等により殆ど飛散する。

また、上記無機バインダーの含有量の下限は、固形分で、1 重量%が望ましく、5 重量%がさらに望ましい。一方、上記無機バインダーの含有量の上限は、固形分で、30 重量%が望ましく、15 重量%がより望ましく、9 重量%がさらに望ましい。上記無機バインダーの含有量が 1 重量%未満では、接着強度の低下を招くことがあり、一方、30 重量%を超えると、熱伝導率の低下を招くことがある。

上記有機バインダーの含有量の下限は、固形分で、0.1 重量%が望ましく、

0.2重量%がより望ましく、0.4重量%がさらに望ましい。一方、上記有機
バインダーの含有量の上限は、固形分で、5.0重量%が望ましく、1.0重量
%がより望ましく、0.6重量%がさらに望ましい。上記有機バインダーの含有
量が0.1重量%未満では、シール材層14のマイグレーションを抑制するのが
5 難しくなることがあり、一方、5.0重量%を超えると、シール材層14が高温
にさらされた場合に、有機バインダーが焼失し、接着強度が低下することがある。

上記無機繊維の含有量の下限は、固形分で、10重量%が望ましく、20重量
%がより望ましい。一方、上記無機繊維の含有量の上限は、固形分で、70重量
%が望ましく、40重量%がより望ましく、30重量%がさらに望ましい。上記
10 無機繊維の含有量が10重量%未満では、弾性及び強度が低下することがあり、
一方、70重量%を超えると、熱伝導性の低下を招くとともに、弾性体としての
効果が低下することがある。

上記無機粒子の含有量の下限は、固形分で、3重量%が望ましく、10重量%
がより望ましく、20重量%がさらに望ましい。一方、上記無機粒子の含有量の
15 上限は、固形分で、80重量%が望ましく、60重量%がより望ましく、40重
量%がさらに望ましい。上記無機粒子の含有量が3重量%未満では、熱伝導率の
低下を招くことがあり、一方、80重量%を超えると、シール材層14が高温に
さらされた場合に、接着強度の低下を招くことがある。

また、上記無機繊維のショット含有量の下限は、1重量%が望ましく、上限は、
20 10重量%が望ましく、5重量%がより望ましく、3重量%がさらに望ましい。
また、その繊維長の下限は、1mmが望ましく、上限は、100mmが望ましく、
50mmがより望ましく、20mmがさらに望ましい。

ショット含有量を1重量%未満とするのは製造上困難であり、ショット含有量
が10重量%を超えると、多孔質セラミック部材20の壁面を傷つけてしまうこ
25 とがある。また、繊維長が1mm未満では、弾性を有するハニカムフィルタを形
成することが難しく、100mmを超えると、毛玉のような形態をとりやすくな
るため、無機粒子の分散が悪くなるとともに、シール材層14の厚みを薄くでき
ない。

上記無機粉末の粒径の下限は、 $0.01\mu\text{m}$ が望ましく、 $0.1\mu\text{m}$ がより望ましい。一方、上記無機粒子の粒径の上限は、 $100\mu\text{m}$ が望ましく、 $15\mu\text{m}$ がより望ましく、 $10\mu\text{m}$ がさらに望ましい。無機粒子の粒径が $0.01\mu\text{m}$ 未満では、コストが高くなることもあり、一方、無機粒子の粒径が $100\mu\text{m}$ を超え

5 えると、充填率が悪くなり接着力及び熱伝導性の低下を招くことがある。

このシール材ペースト中には、シール材ペーストを柔軟にし、流動性を付与して塗布しやすくするため、上記した無機繊維、無機バインダー、有機バインダー及び無機粒子のほかに、およそ総重量の35～65重量%程度の水分や他のアセトン、アルコール等の溶剤等が含まれていてもよく、このシール材ペーストの粘

10 度は、 $15\sim 25\text{Pa}\cdot\text{s}$ ($1\text{万}\sim 2\text{万cps}$ (cP)) が望ましい。

次に、このようにして作製したセラミックブロック15の周囲にシール材層13の層を形成するシール材形成工程を行う。

このシール材形成工程においては、まず、セラミックブロック15をその長手方向で軸支して回転させる。

15 セラミックブロック15の回転速度は特に限定されないが、 $2\sim 10\text{min}^{-1}$ であることが望ましい。

続いて、回転しているセラミックブロック15の外周部にシール材ペーストを付着させる。上記シール材ペーストとしては特に限定されず、上述したものを挙げることができる。

20 次に、このようにして形成したシール材ペースト層を 120°C 程度の温度で乾燥させることにより、水分を蒸発させてシール材層13とし、セラミックブロック15の外周にシール材層13が形成された本発明のハニカムフィルタ10の製造を終了する。

以上、本発明のハニカムフィルタの製造方法として、多孔質セラミック部材の

25 長手方向に垂直な断面形状が図3(a)に示したようなものについて説明したが、本発明のハニカムフィルタを構成する多孔質セラミック部材の断面形状はこれに限定されることはなく、例えば、図3(b)、(c)に示したような断面形状を有する多孔質セラミック部材であってもよく、また、図4(a)～(c)に示し

たような断面形状を有するものであってもよい。

発明を実施するための最良の形態

以下に実施例を掲げて本発明を更に詳しく説明するが、本発明はこれら実施例

5 のみに限定されるものではない。

(実施例 1)

(1) 平均粒径 $5\ \mu\text{m}$ の α 型炭化珪素粉末 60 重量%と、平均粒径 $0.5\ \mu\text{m}$ の β 型炭化珪素粉末 40 重量%とを湿式混合し、得られた混合物 100 重量部に
10 対して、有機バインダー（メチルセルロース）を 5 重量部、水を 10 重量部加えて混練して混合組成物を得た。次に、上記混合組成物に可塑剤と潤滑剤とを少量加えてさらに混練した後、押出成形を行い、生成形体を作製した。

次に、マイクロ波乾燥機を用いて上記生成形体を乾燥させ、セラミック乾燥体
とした後、このセラミック乾燥体の外周の角部を削ることで R 面取りを施し、各
15 角部に $R = 0.0059\text{ mm}$ の R 面を形成した。

その後、上記生成形体と同様の組成のペーストを所定の貫通孔に充填した後、
再び乾燥機を用いて乾燥させた後、 400°C で脱脂し、常圧のアルゴン雰囲気下
 2200°C 、3 時間で焼成を行うことにより、その大きさが $33\text{ mm} \times 33\text{ mm}$
 $\times 300\text{ mm}$ で、貫通孔の数が $31\text{ 個}/\text{cm}^2$ 、隔壁の厚さが 0.3 mm の炭化
20 珪素焼結体からなる多孔質セラミック部材を製造した。

(2) 繊維長 0.2 mm のアルミナファイバー 30 重量%、平均粒径 $0.6\ \mu\text{m}$ の炭化珪素粒子 21 重量%、シリカゾル 15 重量%、カルボキシメチルセルロース 5.6 重量%、及び、水 28.4 重量%を含む耐熱性のシール材ペーストを用いて上記多孔質セラミック部材を、図 5 を用いて説明した方法により縦 5 個×
25 横 5 個結束させ、続いて、ダイヤモンドカッターを用いて切断することにより、直径が 165 mm で円柱形状のセラミックブロックを作製した。

このとき、上記多孔質セラミック部材を結束するシール材層の厚さが 0.1 m となるように調整した。

次に、無機繊維としてアルミナシリケートからなるセラミックファイバー（シ
ョット含有率：3%、繊維長：0.1～100mm）23.3重量%、無機粒子
として平均粒径0.3 μ mの炭化珪素粉末30.2重量%、無機バインダーとし
てシリカゾル（ゾル中のSiO₂の含有率：30重量%）7重量%、有機バイン
5 ダーとしてカルボキシメチルセルロース0.5重量%及び水39重量%を混合、
混練してシール材ペーストを調製した。

次に、上記シール材ペーストを用いて、上記セラミックブロックの外周部に厚
さ1.0mmのシール材ペースト層を形成した。そして、このシール材ペースト
層を120℃で乾燥して、円柱形状のハニカムフィルタを製造した。

- 10 本実施例1に係るハニカムフィルタのセラミックブロックの断面形状は、図3
（a）と略同様であり、上記セラミックブロックの端面において、多孔質セラミ
ック部材間に形成されたシール材層の交差部の最大幅Lは0.15mm、上記シ
ール材層の最小幅lは0.10mmであり、上記交差部の最大幅Lは、上記シ
ール材層の最小幅lの1.5倍であった。

- 15 （実施例2～15、比較例1～6）

下記表1に示したように、セラミック乾燥体の外周の角部に形成した面取りの
大きさRを設定したこと以外は、実施例1の（1）と同様にして多孔質セラミッ
ク部材を製造した。

- 20 この多孔質セラミック部材を用いたこと、及び、下記表1に示したように、該
多孔質セラミック部材間に形成したシール材層の厚さを設定したこと以外は、実
施例1の（2）と同様にしてハニカムフィルタを製造した。

- 本実施例2～15に係るハニカムフィルタのセラミックブロックの断面形状は、
図3（a）と略同様であった。なお、上記セラミックブロックの端面において、
多孔質セラミック部材間に形成されたシール材層の交差部の最大幅L、上記シ
25 ール材層の最小幅l、及び、上記交差部の最大幅Lの上記シール材層の最小幅lに
対する倍率は、下記表1に示した。

（評価試験1）

実施例 1 ～ 15 及び比較例 1 ～ 6 に係るハニカムフィルタに、触媒を担持させるための下地となるアルミナ層を 1 g/L の割合で付与し、更に、排気ガス浄化用触媒として白金を 2 g/L の割合で付与した。なお、実施例 1 ～ 15 及び比較例 1 ～ 6 に係るハニカムフィルタにおける吸水率は、乾燥したシール材 100 g に対して 25 g、乾燥した多孔質セラミック部材 100 g に対して 23 g であった。

触媒付与後の実施例 1 ～ 15 及び比較例 1 ～ 6 に係るハニカムフィルタをエンジンの排気通路に設置し、上記エンジンを無負荷状態で、最高回転数（3700 rpm、0 Nm）にして 100 時間運転した。運転終了後、各ハニカムフィルタを取り出し、排気ガス流入側の端面において、多孔質セラミック部材間に形成されたシール材層の風蝕の具合を測定した。

（評価試験 2）

評価試験 1 後の実施例 1 ～ 15 及び比較例 1 ～ 6 に係るハニカムフィルタをエンジンの排気通路に設置し、排気ガスを加熱して流入させることにより、堆積したパーティキュレートを燃焼除去する再生処理を行った。再生処理後、各ハニカムフィルタを取り出し、排気ガス流入側の端面において、多孔質セラミック部材間に形成されたシール材層にクラックが発生しているか確認した。

同様の評価試験をアルミナ層の付与量を 20 g/L、60 g/L に変更して行った。なお、アルミナ層の付与量は、 γ - Al_2O_3 粉末を 1，3-ブタンジオールに分散させた分散液の γ - Al_2O_3 濃度、及び、分散液へのハニカムフィルタの浸漬回数を変更することにより調整した。

評価試験の結果を下記表 1、及び、図 7 に示す。

なお、図 7 は、評価試験 1 の結果に関して、実施例 1 ～ 15 及び比較例 1 ～ 6 に係るハニカムフィルタの、セラミックブロックの断面における、多孔質セラミック部材間に形成されたシール材層の交差部の最大幅 L の、上記シール材層の最小幅 l に対する倍率（ L/l ）と、上記交差部の風蝕の深さとの関係を示したグ

ラフである。

表 1

5

10

15

20

25

	フィルタ 形状	外周シール材層 (mm)	面取り R (mm)	I (mm) (注1)	L (mm) (注2)	L/I	風蝕の深さ (mm)	クラック発生の有無 <アルミナ付与量別>		
								1g/L	20g/L	60g/L
実施例1	円柱	1.0	0.0059	0.10	0.15	1.5	4.0	無	無	無
実施例2	円柱	1.0	0.013	0.10	0.16	1.6	3.2	無	無	無
実施例3	円柱	1.0	0.037	0.10	0.20	2.0	3.0	無	無	無
実施例4	円柱	1.0	0.067	0.10	0.25	2.5	3.3	無	無	無
実施例5	円柱	1.0	0.091	0.10	0.30	3.0	4.0	無	無	無
実施例6	円柱	1.0	0.059	1.00	1.50	1.5	3.0	無	無	無
実施例7	円柱	1.0	0.13	1.00	1.61	1.6	2.4	無	無	無
実施例8	円柱	1.0	0.37	1.00	2.01	2.0	2.0	無	無	無
実施例9	円柱	1.0	0.67	1.00	2.54	2.5	2.2	無	無	無
実施例10	円柱	1.0	0.91	1.00	2.99	3.0	3.0	無	無	無
実施例11	円柱	1.0	0.18	3.00	4.50	1.5	2.0	無	無	無
実施例12	円柱	1.0	0.39	3.00	4.83	1.6	1.3	無	無	無
実施例13	円柱	1.0	1.1	3.00	6.00	2.0	1.0	無	無	無
実施例14	円柱	1.0	2.01	3.00	7.63	2.5	1.5	無	無	無
実施例15	円柱	1.0	2.7	3.00	8.92	3.0	2.4	無	無	無
比較例1	円柱	1.0	0	0.10	0.14	1.4	10.0	有	有	有
比較例2	円柱	1.0	0.118	0.10	0.35	3.5	7.0	有	有	有
比較例3	円柱	1.0	0	1.00	1.41	1.4	6.0	有	有	有
比較例4	円柱	1.0	1.18	1.00	3.51	3.5	5.5	有	有	有
比較例5	円柱	1.0	0	3.00	4.24	1.4	5.0	有	有	有
比較例6	円柱	1.0	3.53	3.00	10.50	3.5	4.2	有	有	有

注1) I : シール材層の最小の幅
注2) L : シール材層の交差部の最大の幅

表 1 に示した通り、多孔質セラミック部材間に形成されたシール材層の交差部の最大幅 L が、シール材層の最小幅 l の $1.5 \sim 3.0$ 倍である実施例 1 ～ 15 に係るハニカムフィルタでは、上記シール材層の交差部における風蝕の深さは、いずれも 4 mm 以下であり、余り窪みが形成されていなかった。

5 一方、多孔質セラミック部材間に形成されたシール材層の交差部の最大幅 L が、上記シール材層の最小幅 l の 1.5 倍未満、又は、 3 倍を超える比較例 1 ～ 6 に係るハニカムフィルタでは、上記シール材層の交差部における風蝕の深さが、いずれも 4 mm を超えるものであり、上記シール材層の交差部に大きな窪みが形成されていた。

10 また、実施例 1 ～ 15 に係るハニカムフィルタでは、再生処理後に、多孔質セラミック部材間に形成されたシール材層にクラック等は全く発生しなかった。

一方、比較例 1 ～ 6 に係るハニカムフィルタでは、排気ガス流入側の端面において、多孔質セラミック部材間に形成されたシール材層の交差部に形成された窪みを中心にクラックが発生していた。

15

(実施例 16)

セラミックブロックを作製する際に、多孔質セラミック部材をシール材ペーストにより縦 5 個 × 横 5 個結束させて円柱形状に切断する代わりに、縦 3 個 × 横 6 個結束させて長径 19.8 mm 、短径 9.9 mm の楕円柱形状に切断したこと以外は、
20 実施例 1 と同様にして、楕円柱形状のハニカムフィルタを製造した。

本実施例 16 に係るハニカムフィルタのセラミックブロックの断面形状は、図 3 (a) と略同様であり、上記セラミックブロックの端面において、多孔質セラミック部材間に形成されたシール材層の交差部の最大幅 L は 0.15 mm 、上記シール材層の最小幅 l は 0.10 mm であり、上記交差部の最大幅 L は、上記シール材層の最小幅 l の 1.5 倍であった。
25

(実施例 17 ～ 30、比較例 7 ～ 12)

下記表 2 に示したように、セラミック乾燥体の外周の角部に形成した面取りの大きさ R を設定したこと以外は、実施例 16 と同様にして多孔質セラミック部材

を製造した。

この多孔質セラミック部材を用いたこと、及び、下記表 2 に示したように、該多孔質セラミック部材間に形成したシール材層の厚さを設定したこと以外は、実施例 16 と同様にしてハニカムフィルタを製造した。

- 5 本実施例 16 ～ 30 に係るハニカムフィルタのセラミックブロックの断面形状は、図 3 (a) と略同様であった。なお、上記セラミックブロックの端面において、多孔質セラミック部材間に形成されたシール材層の交差部の最大幅 L 、上記シール材層の最小幅 l 、及び、上記交差部の最大幅 L の上記シール材層の最小幅 l に対する倍率は、下記表 2 に示した。

10

実施例 16 ～ 30 及び比較例 7 ～ 12 に係るハニカムフィルタを用いて、上述の評価試験 1 及び 2 を行った。

評価試験の結果を下記表 2、及び、図 8 に示す。

- 15 なお、図 8 は、評価試験 1 の結果に関して、実施例 16 ～ 30 及び比較例 7 ～ 12 に係るハニカムフィルタの、セラミックブロックの断面における、多孔質セラミック部材間に形成されたシール材層の交差部の最大幅 L の、上記シール材層の最小幅 l に対する倍率 (L/l) と、上記交差部の風蝕の深さとの関係を示したグラフである。

20

25

表 2

	フィルタ 形状	外周シール材層 (mm)	面取り R (mm)	I (mm) (注1)	L (mm) (注2)	L/I	風蝕の深さ (mm)	クラック発生の有無 <アルミナ付与量別>		
								1g/L	20g/L	60g/L
実施例16	楕円柱	1.0	0.0059	0.10	0.15	1.5	4.0	無	無	無
実施例17	楕円柱	1.0	0.013	0.10	0.16	1.6	3.5	無	無	無
実施例18	楕円柱	1.0	0.037	0.10	0.20	2.0	3.2	無	無	無
実施例19	楕円柱	1.0	0.067	0.10	0.25	2.5	3.5	無	無	無
実施例20	楕円柱	1.0	0.091	0.10	0.30	3.0	4.0	無	無	無
実施例21	楕円柱	1.0	0.059	1.00	1.50	1.5	3.1	無	無	無
実施例22	楕円柱	1.0	0.13	1.00	1.61	1.6	2.6	無	無	無
実施例23	楕円柱	1.0	0.37	1.00	2.01	2.0	2.1	無	無	無
実施例24	楕円柱	1.0	0.67	1.00	2.54	2.5	2.3	無	無	無
実施例25	楕円柱	1.0	0.91	1.00	2.99	3.0	3.2	無	無	無
実施例26	楕円柱	1.0	0.18	3.00	4.50	1.5	2.2	無	無	無
実施例27	楕円柱	1.0	0.39	3.00	4.83	1.6	1.4	無	無	無
実施例28	楕円柱	1.0	1.1	3.00	6.00	2.0	1.2	無	無	無
実施例29	楕円柱	1.0	2.01	3.00	7.63	2.5	1.7	無	無	無
実施例30	楕円柱	1.0	2.7	3.00	8.92	3.0	2.5	無	無	無
比較例7	楕円柱	1.0	0	0.10	0.14	1.4	10.2	有	有	有
比較例8	楕円柱	1.0	0.118	0.10	0.35	3.5	7.2	有	有	有
比較例9	楕円柱	1.0	0	1.00	1.41	1.4	6.2	有	有	有
比較例10	楕円柱	1.0	1.18	1.00	3.51	3.5	5.7	有	有	有
比較例11	楕円柱	1.0	0	3.00	4.24	1.4	5.2	有	有	有
比較例12	楕円柱	1.0	3.53	3.00	10.50	3.5	4.3	有	有	有

注1) I : シール材層の最小の幅

注2) L : シール材層の交差部の最大の幅

表 2 に示した通り、多孔質セラミック部材間に形成されたシール材層の交差部の最大幅 L が、シール材層の最小幅 l の $1.5 \sim 3.0$ 倍である実施例 16 ～ 30 に係るハニカムフィルタでは、上記シール材層の交差部における風蝕の深さは、いずれも 4.0 mm 以下であり、余り窪みが形成されていなかった。

- 5 一方、多孔質セラミック部材間に形成されたシール材層の交差部の最大幅 L が、上記シール材層の最小幅 l の 1.5 倍未満、又は、 3 倍を超える比較例 7 ～ 12 に係るハニカムフィルタでは、上記シール材層の交差部における風蝕の深さが、いずれも 4.3 mm 以上であり、上記シール材層の交差部に大きな窪みが形成されていた。

- 10 また、実施例 16 ～ 30 に係るハニカムフィルタでは、再生処理後に、多孔質セラミック部材間に形成されたシール材層にクラック等は全く発生しなかった。

一方、比較例 7 ～ 12 に係るハニカムフィルタでは、排気ガス流入側の端面において、多孔質セラミック部材間に形成されたシール材層の交差部に形成された窪みを中心にクラックが発生していた。

15

(比較例 13 ～ 19)

下記表 3 に示したように、セラミック乾燥体の外周の角部に形成した面取りの大きさ R を設定したこと以外は、実施例 1 の (1) と同様にして多孔質セラミック部材を製造した。

- 20 この多孔質セラミック部材を用いたこと、該多孔質セラミック部材間に形成したシール材層の厚さを 1.0 mm としたこと、及び、セラミックブロックの外周部にシール材ペースト層を形成しなかったこと以外は、実施例 1 の (2) と同様にしてハニカムフィルタを製造した。

- 25 本比較例 13 ～ 19 に係るハニカムフィルタのセラミックブロックの断面形状は、図 6 (a) と略同様であった。なお、上記セラミックブロックの端面において、多孔質セラミック部材間に形成されたシール材層の交差部の最大幅 L 、上記シール材層の最小幅 l 、及び、上記交差部の最大幅 L の上記シール材層の最小幅 l に対する倍率は、下記表 3 に示した。

比較例 13～19に係るハニカムフィルタを用いて、上述の評価試験 1 及び 2 を行った。

評価試験の結果を下記表 3、及び、図 9 に示す。

- 5 なお、図 9 は、評価試験 1 の結果に関して、比較例 13～19に係るハニカムフィルタの、セラミックブロックの断面における、多孔質セラミック部材間に形成されたシール材層の交差部の最大幅 L の、上記シール材層の最小幅 l に対する倍率 (L/l) と、上記交差部の風蝕の深さとの関係を示したグラフである。

10

15

20

25

表 3

5

10

15

20

25

	フィルタ 形状	外周シール材 層 (mm)	面取り R (mm)	I (mm) (注1)	L (mm) (注2)	L/I	風蝕の深さ (mm)	クラック発生の有無 <アルミナ付与量別>		
								1g/L	20g/L	80g/L
比較例13	円柱	無	0	1.00	1.41	1.4	7.0	有	有	有
比較例14	円柱	無	0.059	1.00	1.50	1.5	7.1	有	有	有
比較例15	円柱	無	0.4	1.00	2.06	2.1	7.3	有	有	有
比較例16	円柱	無	0.42	1.00	2.09	2.1	7.3	有	有	有
比較例17	円柱	無	0.67	1.00	2.54	2.5	7.5	有	有	有
比較例18	円柱	無	0.91	1.00	2.99	3.0	8.0	有	有	有
比較例19	円柱	無	1.18	1.00	3.51	3.5	8.2	有	有	有

注1) I : シール材層の最小の幅

注2) L : シール材層の交差部の最大の幅

表 3 に示した通り、セラミックブロックの外周部にシール材ペースト層を形成しなかった比較例 13 ～ 19 に係るハニカムフィルタでは、多孔質セラミック部材間に形成されたシール材層の交差部の最大幅 L が、シール材層の最小幅 l の 1.5 ～ 3.0 倍であるかどうかに関わらず、上記シール材層の交差部における風蝕の深さが、いずれも 7.0 mm 以上であり、上記シール材層の交差部に大きな窪みが形成されていた。

また、比較例 13 ～ 19 に係るハニカムフィルタでは、排気ガス流入側の端面において、多孔質セラミック部材間に形成されたシール材層の交差部に形成された窪みを中心にクラックが発生していた。

すなわち、特開 2001-96117 号公報に記載の発明は、クラック等を生じる弱いハニカムフィルタであることが分かった。

(試験例 1 ～ 21)

下記表 4 に示したように、セラミック乾燥体の外周の角部に形成した面取りの大きさ R を設定したこと以外は、実施例 1 の (1) と同様にして多孔質セラミック部材を製造した。

この多孔質セラミック部材を用いたこと、下記表 4 に示したように、該多孔質セラミック部材間に形成したシール材層の厚さを設定したこと、及び、セラミックブロックの外周を切断することなくセラミックブロックの外周部にシール材ペースト層を形成したこと以外は、実施例 1 の (2) と同様にして、一辺が 165 mm の正方形を底面とする角柱 (直方体) 形状のハニカムフィルタを製造した。

本試験例 1 ～ 21 に係るハニカムフィルタのセラミックブロックの断面形状は、図 3 (a) 又は図 6 (a) と略同様であった。なお、上記セラミックブロックの端面において、多孔質セラミック部材間に形成されたシール材層の交差部の最大幅 L、上記シール材層の最小幅 l、及び、上記交差部の最大幅 L の上記シール材層の最小幅 l に対する倍率は、下記表 4 に示した。

試験例 1 ～ 21 に係るハニカムフィルタを用いて、上述の評価試験 1 及び 2 を

行った。

評価試験の結果を下記表 4、及び、図 10 に示す。

なお、図 10 は、評価試験 1 の結果に関して、試験例 1 ～ 21 に係るハニカム
フィルタの、セラミックブロックの断面における、多孔質セラミック部材間に形
5 成されたシール材層の交差部の最大幅 L の、上記シール材層の最小幅 l に対する
倍率 (L/l) と、上記交差部の風蝕の深さとの関係を示したグラフである。

10

15

20

25

表 4

	フィルタ 形状	外周シール材層 (mm)	面取り R (mm)	l (mm) (注1)	L (mm) (注2)	L/l	風蝕の深さ (mm)	クラック発生の有無 <アルミナ付与量別>		
								1g/L	20g/L	60g/L
試験例1	角柱	1.0	0.0059	0.10	0.15	1.5	5.3	無	無	有
試験例2	角柱	1.0	0.013	0.10	0.16	1.6	4.2	無	無	無
試験例3	角柱	1.0	0.037	0.10	0.20	2.0	4.0	無	無	無
試験例4	角柱	1.0	0.067	0.10	0.25	2.5	4.3	無	無	無
試験例5	角柱	1.0	0.091	0.10	0.30	3.0	5.2	無	無	有
試験例6	角柱	1.0	0.059	1.00	1.50	1.5	4.0	無	無	有
試験例7	角柱	1.0	0.13	1.00	1.61	1.6	3.2	無	無	無
試験例8	角柱	1.0	0.37	1.00	2.01	2.0	2.5	無	無	無
試験例9	角柱	1.0	0.67	1.00	2.54	2.5	2.9	無	無	無
試験例10	角柱	1.0	0.91	1.00	2.99	3.0	4.0	無	無	有
試験例11	角柱	1.0	0.18	3.00	4.50	1.5	2.7	無	無	有
試験例12	角柱	1.0	0.39	3.00	4.83	1.6	1.7	無	無	無
試験例13	角柱	1.0	1.1	3.00	6.00	2.0	1.2	無	無	無
試験例14	角柱	1.0	2.01	3.00	7.63	2.5	2.0	無	無	無
試験例15	角柱	1.0	2.7	3.00	8.92	3.0	3.0	無	無	有
試験例16	角柱	1.0	0	0.10	0.14	1.4	13.0	有	有	有
試験例17	角柱	1.0	0.118	0.10	0.35	3.5	9.0	有	有	有
試験例18	角柱	1.0	0	1.00	1.41	1.4	8.0	有	有	有
試験例19	角柱	1.0	1.18	1.00	3.51	3.5	7.0	有	有	有
試験例20	角柱	1.0	0	3.00	4.24	1.4	6.5	有	有	有
試験例21	角柱	1.0	3.53	3.00	10.50	3.5	5.5	有	有	有

注1) l : シール材層の最小の幅

注2) L : シール材層の交差部の最大の幅

表4に示した通り、多孔質セラミック部材間に形成されたシール材層の交差部の最大幅Lが、シール材層の最小幅lの1.5～3.0倍である試験例1～15に係るハニカムフィルタでは、上記シール材層の交差部における風蝕の深さは、いずれも5.3mm以下であり、比較的大きな窪みは形成されていなかった。

- 5 一方、多孔質セラミック部材間に形成されたシール材層の交差部の最大幅Lが、上記シール材層の最小幅lの1.5倍未満、又は、3倍を超える試験例16～21に係るハニカムフィルタでは、上記シール材層の交差部における風蝕の深さが、いずれも5.5mm以上であり、上記シール材層の交差部に大きな窪みが形成されていた。

- 10 また、試験例1～15に係るハニカムフィルタでは、アルミナ層の付与量が1g/L又は20g/Lの場合には、再生処理後に、多孔質セラミック部材間に形成されたシール材層にクラック等は全く発生しなかった。アルミナ層の付与量が60g/Lの場合には、多孔質セラミック部材間に形成されたシール材層の交差部の最大幅Lが、シール材層の最小幅lの1.6～2.5倍である試験例2～4、
15 7～9、12～14に係るハニカムフィルタでは、再生処理後に、多孔質セラミック部材間に形成されたシール材層にクラック等は全く発生しなかったが、多孔質セラミック部材間に形成されたシール材層の交差部の最大幅Lが、シール材層の最小幅lの1.5倍又は3.0倍である試験例1、5、6、10、11、15に係るハニカムフィルタでは、排気ガス流入側の端面において、多孔質セラミック部材間に形成されたシール材層の交差部に形成された窪みを中心にクラックが
20 発生していた。

一方、試験例16～21に係るハニカムフィルタでは、アルミナ層の付与量に関わらず、排気ガス流入側の端面において、多孔質セラミック部材間に形成されたシール材層の交差部に形成された窪みを中心にクラックが発生していた。

25

産業上の利用可能性

本発明の排気ガス浄化用ハニカムフィルタは、上述の通りであるので、触媒を付与するときや、排気ガス浄化装置において長期間繰り返し使用したときに、シ

ール材層の交差部にクラック等が発生することのない耐久性に優れたものとなる。

請求の範囲

1. 多数の貫通孔が隔壁を隔てて長手方向に並設された角柱形状の多孔質セラミック部材がシール材層を介して複数個結束されてセラミックブロックが構成され、
5 前記セラミックブロックの外周部にもシール材層が形成され、前記貫通孔を隔てる隔壁が粒子捕集用フィルタとして機能するように構成された排気ガス浄化用ハニカムフィルタであって、

前記セラミックブロックの前記多孔質セラミック部材の長手方向に垂直な断面における、前記シール材層の交差部の最大幅 L (mm) が、前記シール材層の最
10 小幅 l (mm) の $1.5 \sim 3$ 倍であることを特徴とする排気ガス浄化用ハニカムフィルタ。

2. 長手方向の外周面が曲面を有する形状である請求の範囲第1項に記載の排気ガス浄化用ハニカムフィルタ。

15

3. セラミックブロックの多孔質セラミック部材の長手方向に垂直な断面における、全てのシール材層の交差部において、前記シール材層の交差部の最大幅 L (mm) が、前記シール材層の最小幅 l (mm) の $1.5 \sim 3$ 倍である請求の範囲第1又は2項に記載の排気ガス浄化用ハニカムフィルタ。

20

4. 多孔質セラミック部材に、触媒担持膜が付与されている請求の範囲第1～3項のいずれかに記載の排気ガス浄化用ハニカムフィルタ。

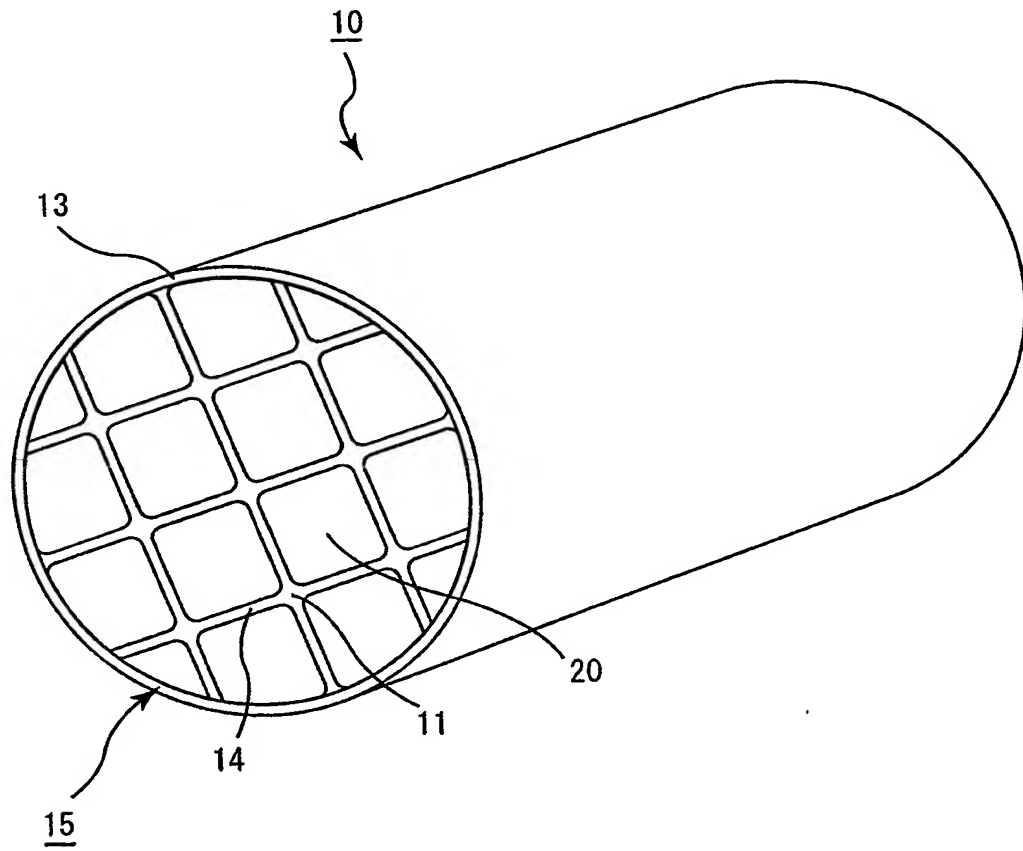
5. 多孔質セラミック部材に、触媒が付与されている請求の範囲第1～4項のい
25 ずれかに記載の排気ガス浄化用ハニカムフィルタ。

6. シール材層に、触媒担持膜が付与されている請求の範囲第1～5項に記載の排気ガス浄化用ハニカムフィルタ。

7. シール材層に、触媒が付与されている請求の範囲第1～6項に記載の排気ガス浄化用ハニカムフィルタ。

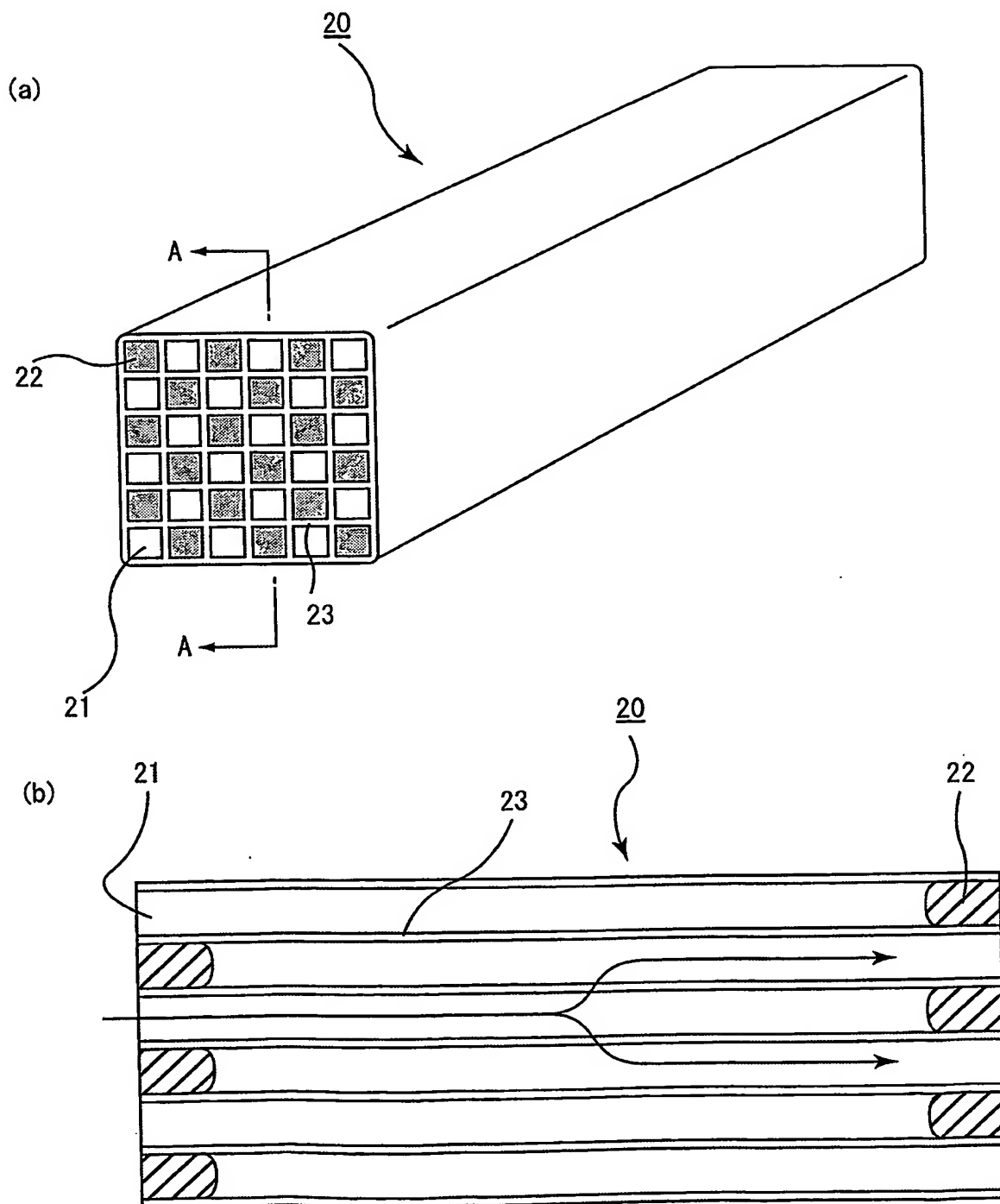
1/8

図1



2/8

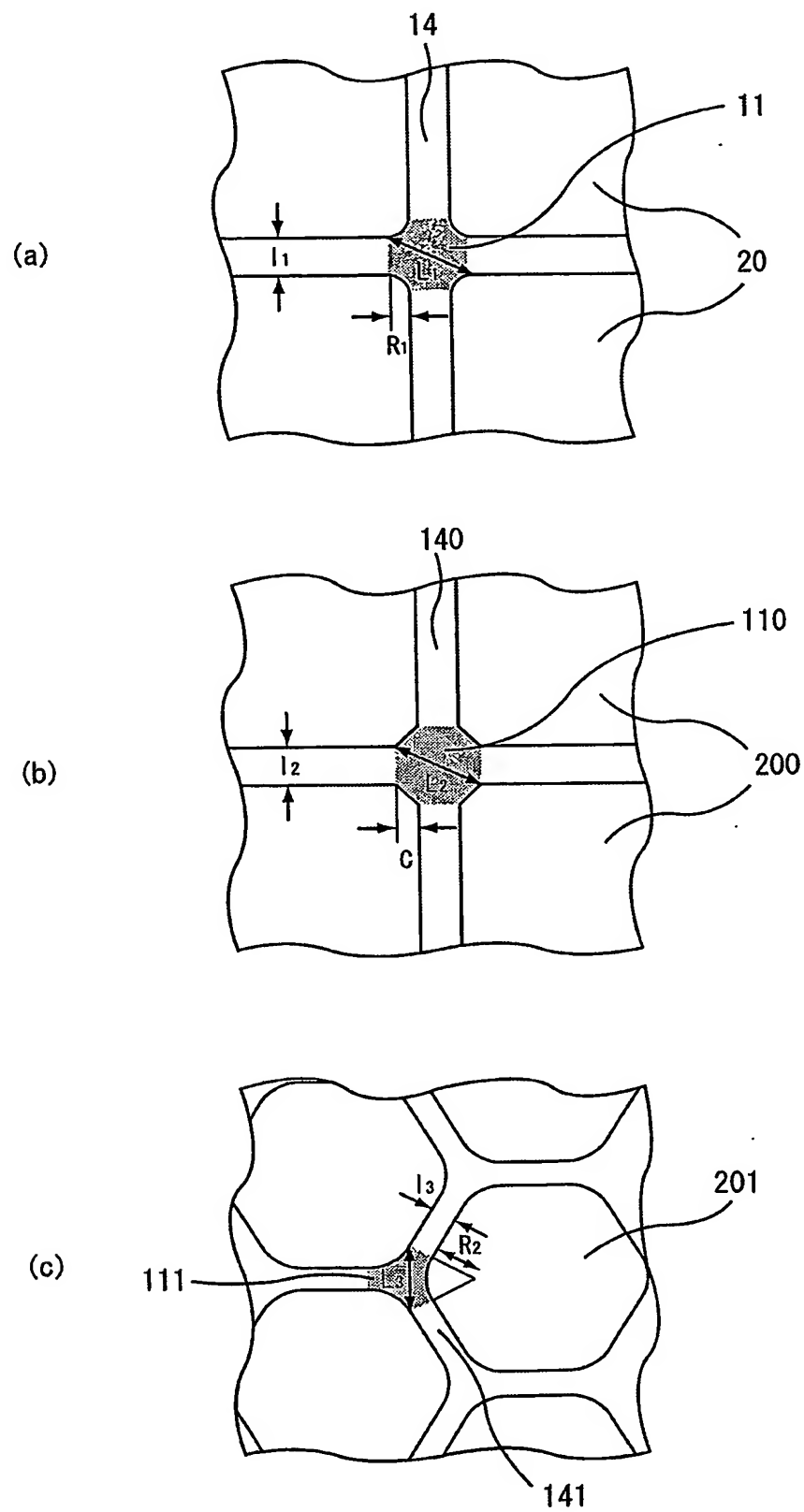
図2



A-A線断面図

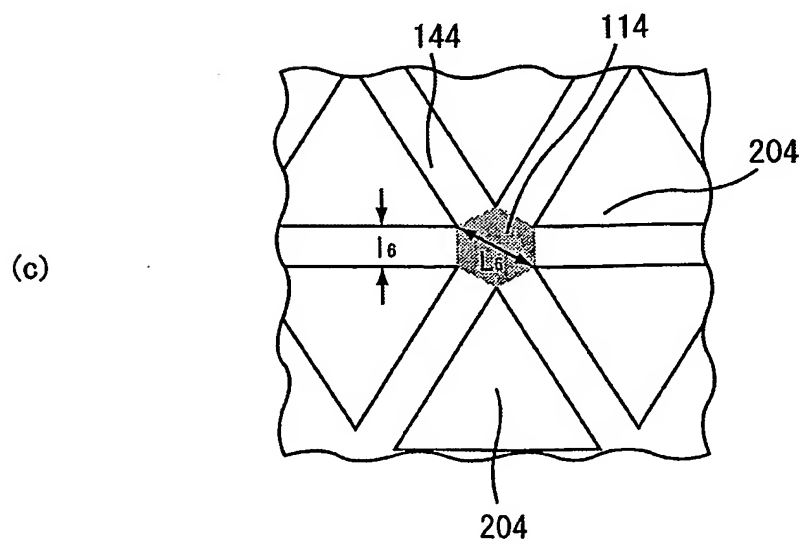
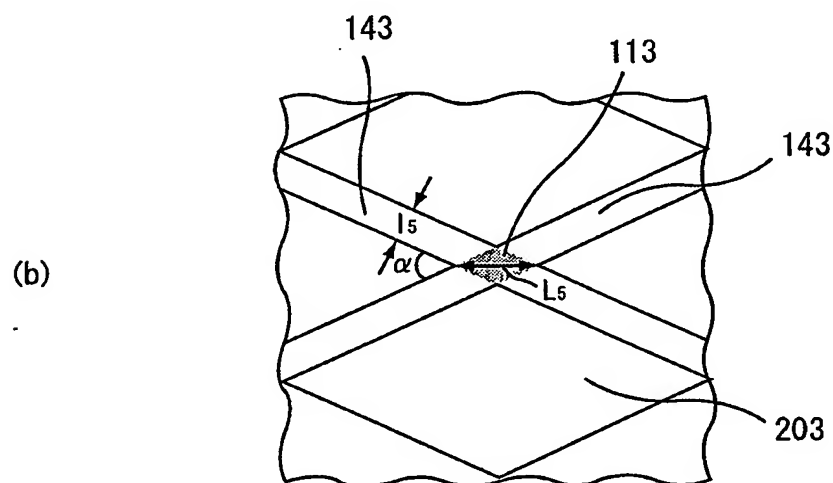
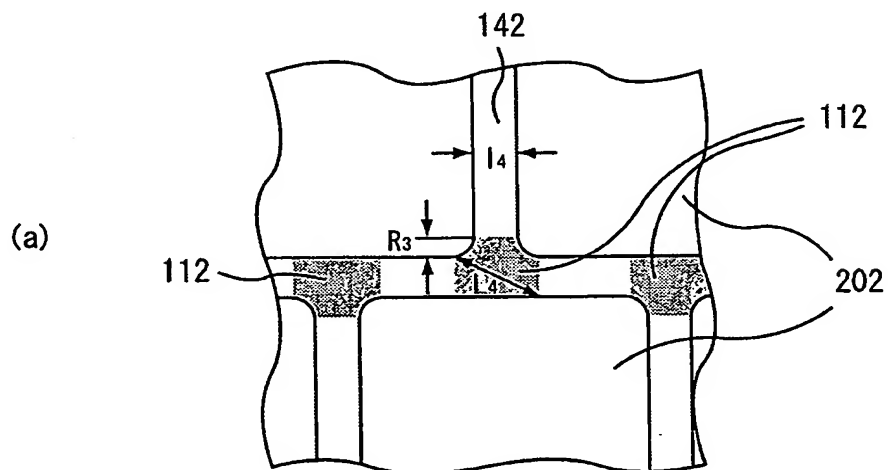
3/8

図3



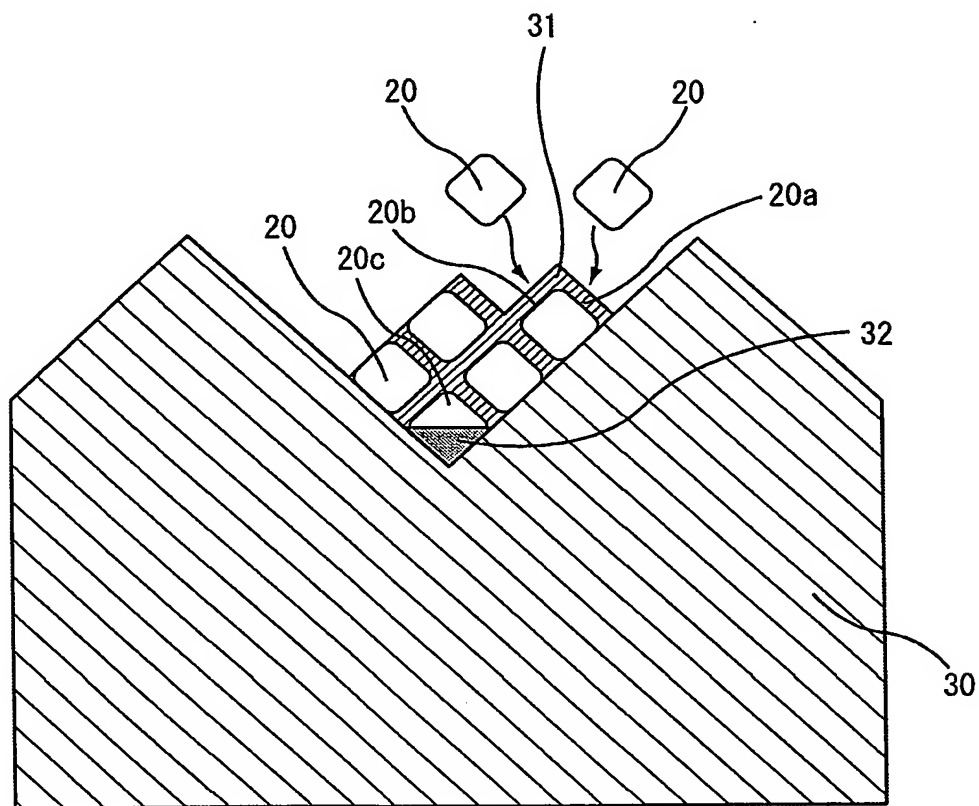
4/8

図4



5/8

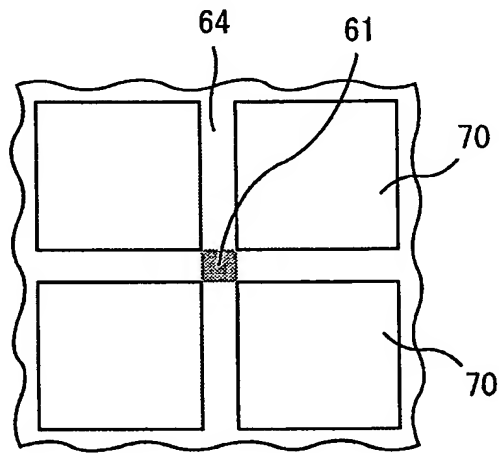
図5



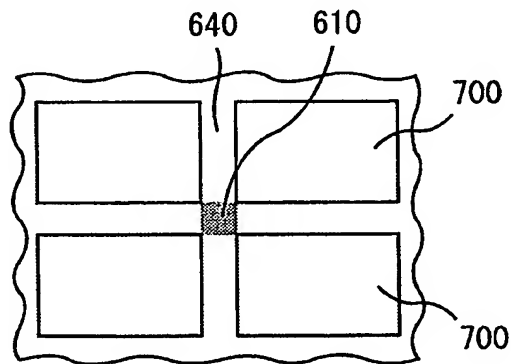
6/8

図6

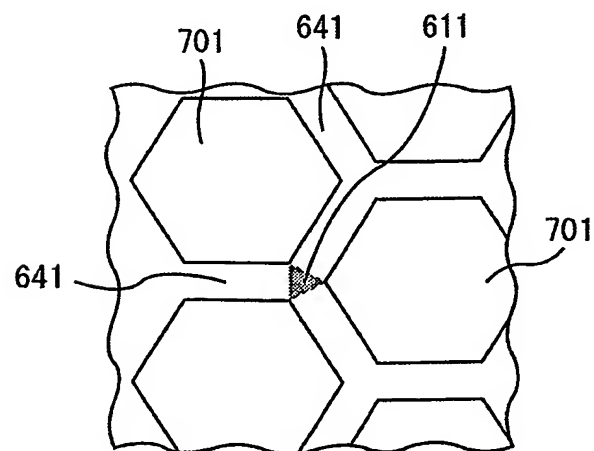
(a)



(b)



(c)



7/8

図7

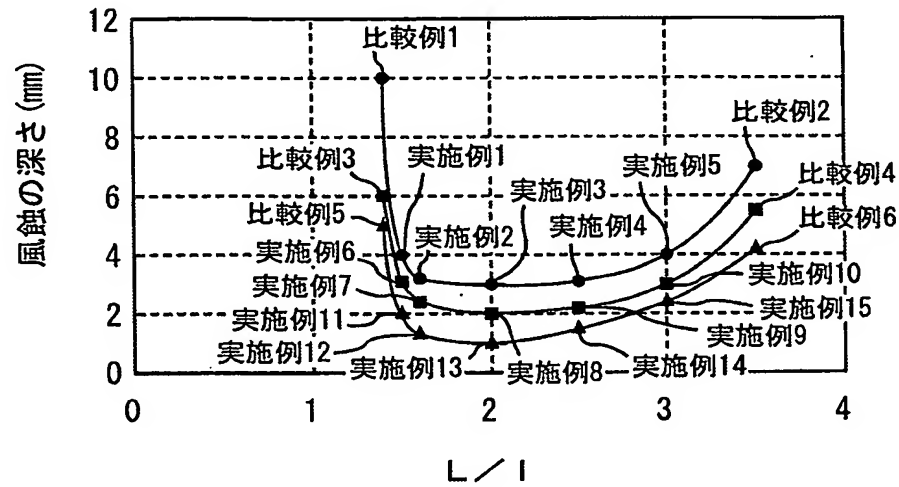
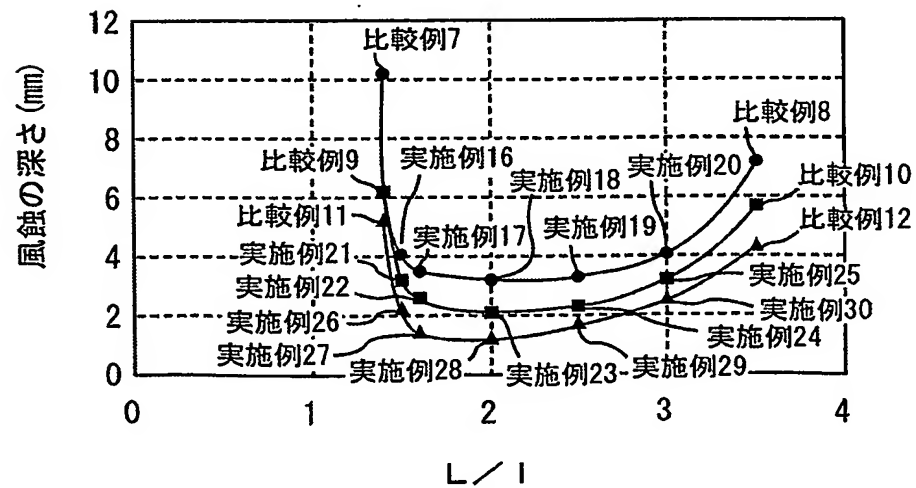


図8



8/8

図9

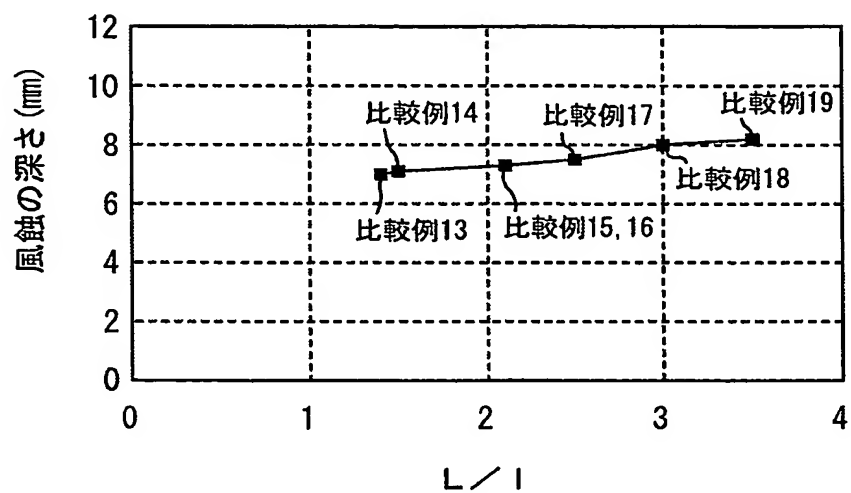
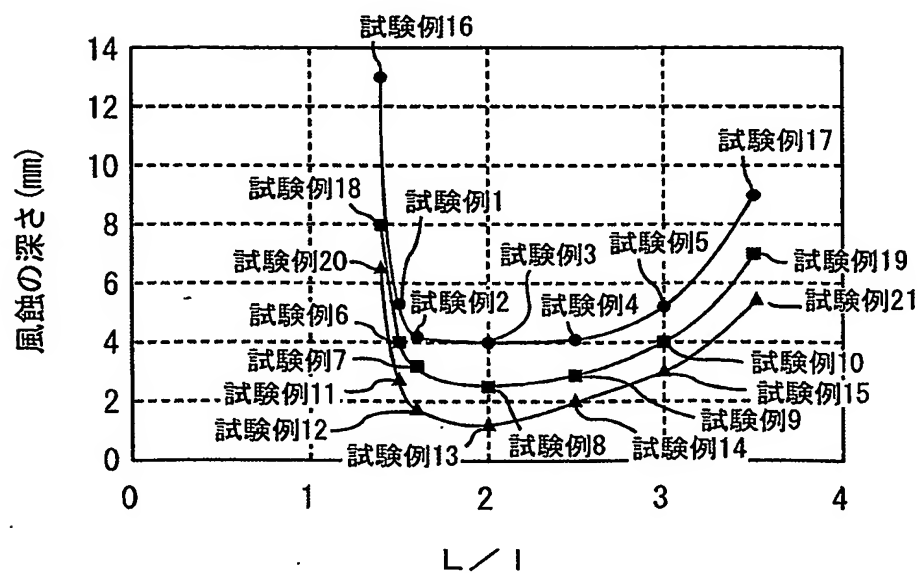


図10



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/04478

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl⁷ B01D39/20, B01D46/00, F01N3/02

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ B01D39/20, B01D46/00, F01N3/02

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1926-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2003
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2003	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2003

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

WPI

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 1174399 A1 (NGK INSULATORS, LTD.), 23 January, 2002 (23.01.02), Full text & JP 2001-206780 A & WO 01/53232 A1 & US 6395370 B	1-7
A	EP 1142619 A1 (IBIDEN CO., LTD.), 10 October, 2001 (10.10.01), Full text & JP 2001-162119 A & WO 01/23069 A1	1-7
A	JP 9-299731 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 25 November, 1997 (25.11.97), Claims; page 5; Par. No. [0033] (Family: none)	1-7

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier document but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
17 June, 2003 (17.06.03)

Date of mailing of the international search report
01 July, 2003 (01.07.03)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ B01D39/20, B01D46/00, F01N3/02

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ B01D39/20, B01D46/00, F01N3/02

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1926-1996

日本国公開実用新案公報 1971-2003

日本国登録実用新案公報 1994-2003

日本国実用新案登録公報 1996-2003

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

WPI

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	EP 1174399 A1 (NGK INSULATORS, LTD.), 2002. 01. 23, 全文 & JP 2001-206780 A & WO 01/53232 A1 & US 6395370 B	1-7
A	EP 1142619 A1 (IBIDEN CO., LTD.), 2001. 10. 10, 全文 & JP 2001-162119 A & WO 01/23069 A1	1-7

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

17. 06. 03

国際調査報告の発送日

01.07.03

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

新居田 知生

4Q

8618

電話番号 03-3581-1101 内線 3466

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	J P 9 - 2 9 9 7 3 1 A (松下電器産業株式会社) , 1 9 9 7 . 1 1 . 2 5 , 特許請求の範囲, 第 5 頁【0 0 3 3】 , (ファミリーなし)	1 - 7